

No. 16

Oct. 1959

BULLETIN
OF THE
TOHOKU NATIONAL AGRICULTURAL
EXPERIMENT STATION
MORIOKA, JAPAN

東北農業試験場研究報告

第 1 6 号

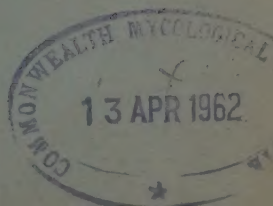
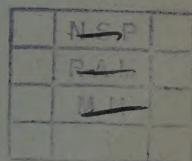
昭和 3 4 年 10 月

東北農試
研究報告

*Bull. Tohoku
Agr. Expt. Sta.*

農 林 省 東 北 農 業 試 験 場

(岩手県盛岡市)



目次

水稻の代謝生理とイモチ病との関係	徳永芳雄	1
第1報 水稻の窒素及び糖含量とイモチ病との関係		
腐植質水田における土壌条件とイモチ病に関する研究	徳永芳雄	6
第4報 苗代跡作とイモチ病との関係	太田義雄	
冷水灌漑の水稻の生育に及ぼす影響	本谷耕一	13
第1報 長期冷水灌漑試験	速水昭彦	
第2報 時期別冷水灌漑試験	本谷耕一	31
	吉岡真一	
種属間交雑による小麦赤銹病抵抗性品種の育成に関する研究		39
第1報 栽培小麦ヘチモフェービ小麦の	渡辺好郎・百足幸一郎	
赤銹病抵抗性因子導入の成功	山田昌雄・斎藤省三	
	国分喜治郎・高橋幸吉	
	高橋広治	
馬鈴薯萌芽抑制剤 Belvitan K に関する試験	大泉久一	55
	西入恵二	
	桂勇	
ダイズネググリバエに関する生態学的研究	柴辻鉄太郎	62
第6報 ダイズの作畦型式と発生との関係		
蔬菜の越冬性に関する研究	佐々木正三郎	68
I 葱品種の耐雪性	大和田常晴	
りんごに対する必須要素の相互関係に関する研究	森英男	79
第1報 砂耕液のN/K値が未結実りんご樹に及ぼす影響	阿部勇	
Isaria fumosorosea Wizeによるモモンクイガ防除に関する研究	関口昭良	89
第2報 接種試験・菌の生態及び大量培養法について		
日本短角種に関する研究	富永信・浅井豊太郎	94
	高橋久男・高橋英伍	
	沼川武雄・木下善之	
	渡辺昭三・針生程吉	
	村田和子	
地域農業振興基本計画立案方法の研究	金森孝一郎	119
農業水利事業による水利慣行の変化と稲作生産	渡辺信夫	125
	小川信	
	柴田昭治郎	

pp 1+6 Engl. Summary
p. 29 all Genetics

CONTENTS

TOKUNAGA, Y. : Studies on the relationships between metabolism of rice plant and its resistance to blast disease. 1. Correlation of nitrogen and sugar contents of rice plant to blast disease	1
TOKUNAGA, Y. and ŌTA, Y. : Studies on the blast disease of rice in humus rich paddy field, with special reference to soil conditions. 4. Occurrence of blast disease on rice plant transplanted successively in the nursery bed	6
HONYA, K. and HAYAMI, A. : Studies on the growth and physiology of rice plant grown under the cold water irrigation. 1. Effects of cold water irrigation on the whole stages of plant growth	13
HONYA, K. and YOSHIOKA, S. : ———. 2. Effects of cold water irrigation at the successive growth stages of rice plant upon the growth	31
WATANABE, Y., MUKADE, K., YAMADA, M., SAITŌ, S., KOKUBUN, K., TAKAHASHI, K., and TAKAHASHI, H. : Studies on the breeding of leaf-rust resistant varieties of wheat by the hybridization, interspecific or intergeneric. 1. A successful transfer of the leaf-rust resistant genes to common wheat variety from <i>Triticum Timopheevi</i>	39
ŌIZUMI, H., NISHIIRI, K. and KATSURA, I. : The experiment on Belvitan K as a chemical inhibitor of sprouting in potatoes	55
SHIBATSUJI, T. : Ecological investigations on the soy bean root miner, <i>Melanagromyza</i> sp. 6. Occurrence of the soy bean root miner on the soy bean plant grown on various types of ridge	62
SASAKI, S. and ŌWADA, T. : Studies on the overwintering of vegetables. 1. Varietal differences in the snow resistance of welsh onion (<i>Allium fistulosum</i> L.)	68
MORI, H. and ABE, I. : Studies on the interrelation of essential elements for apple trees. 1. Effects of N/K ratio in nutrient solution on non-bearing apple trees in sand culture	79
SEKIGUCHI, A. : Studies on the control of peach fruit moth by entomogenous fungus " <i>Isaria fumosorosea</i> WIZE". 2. The inoculation tests, some cultural characters of the fungus and its fundamental factors on the large scale culture	89
TOMINAGA, M., ASAI, T., TAKAHASHI, H., TAKAHASHI, E., NUMAKAWA, T., KINOSHITA, Y., WATANABE, S., HARIU, T. and MURATA, K. : Studies on the descendants of imported Shorthorn cattle in the northeastern part of Japan proper	94
KANAMORI, K. : Researches on the method of fundamental planning for local agricultural development	119
WATANABE, N., OGAWA, M. and SHIBATA, S. : The transformation on the customary irrigation system and the rice production by the irrigation improvement	125

水稻の代謝生理とイモチ病との関係

第1報 水稻の窒素及び糖含量とイモチ病との関係

徳 永 芳 雄

Studies on the relationships between metabolism of rice
plant and its resistance to blast disease

1. Correlation of nitrogen and sugar contents of rice plant to blast disease

Yosio TOKUNAGA

1. 緒 言

水稻のイモチ病に対する抵抗性の機作に関しては古くから種々論議されているが、未だに定説を得るに至っていない。しかし水稻の種々な形質の内にはイモチ病に対する抵抗性と極めて相関の高いものも認められている。古くから稲の珪酸含量や珪化細胞数はイモチ病抵抗性と密接な関係にあることが認められているが、これだけをもって抵抗性の機作を説明することは困難である。また稲の含有するアンモニア態窒素・アミド・アミノ酸等の量と抵抗性との関係についても種々論議され、田原¹⁴⁾は頭イモチに著しく侵された稲の分析を行い、非蛋白態窒素及び還元糖の濃度が大きいことを認め、組織内の成分が不均衡となると、例えば非蛋白態窒素の濃度が高まるような場合に菌の繁殖が助長されるのではないかと述べ、伊藤・坂本⁴⁾は硫酸の追肥により抵抗性の低下した稲はアンモニア態及びアミド態窒素が多量となることを認め、更に坂本¹⁰⁾は硫酸を多量に追肥された稲は過剰のアンモニア集積により影響を受け、原形質の状態変化を起す。このような原形質の状態変化がイモチ病菌に対する稲植物の抵抗性を変化させるであろうと述べている。吉井²²⁾によればイモチ病に対する稲の品種の抵抗性の強弱は、各品種の葉片の示すそれぞれの強酸度・珪酸含量・窒素含量あるいは SiO_2/N の比のいずれとも相関的な関係がない。鈴木¹¹⁾はイモチ病抵抗性品種の葉中には NH_4 が少なく、 K の量が多く、罹病性品種ではその逆になっていることを観察し、 $\text{NH}_4 \cdot \text{K}$ の多少は稲のイモチ病に対する抵抗性あるいは罹病性を規定すると考え、更に同氏¹²⁾は抵抗性を異にする多数の稲品種の葉

身内糖分含有量を顕微鏡化学的に測定比較し、糖分含有量の大小が直接イモチ病抵抗性と関係があるとは考えられないが、糖分含有量が葉身細胞内で K 及び NH_4 含有量と常に次的に一定の関係を有することから考えると、 $\text{C}:\text{K}:\text{NH}_4$ 比率が本病抵抗性と密接な関係を有するものと思われると述べている。大谷⁶⁾は罹病性の高い温床苗は水苗代苗に比べ可溶性窒素含量が高く、就中可溶性蛋白、 α アミノ酸・塩基性アミノ酸等の含量が高いことが大型の病斑形成に関係があることを暗示した。更に同氏⁷⁾は窒素施与量の異なる稲において有機可溶性窒素殊に塩基性アミノ酸の含量と病斑長との間に著しい相関を認め、このような有機可溶性窒素化合物の増加は稲体内に進入した菌の発育を良好にさせ、このような稲は罹病性が大となると考えた。また田中等^{15), 16), 17), 18)}はイモチ病菌の栄養生理の立場から稲体内のアミノ酸含量と抵抗性との関係を解明しようとした。

著者は栽培条件を異にして育成した稲のイモチ病に対する耐病性について研究を行って来たが、その際それぞれの稲の化学成分をも調べて来たので、それらの内窒素及び糖含量とイモチ病抵抗性との関連性について検討した結果をここに報告する。

なお実験の詳細は著者の前報^{19), 20), 21)}を参照されたい。また本報告中で可溶性窒素と称するものは水溶性蛋白を含まないものである。

2. 耐病性の異なる稲の窒素含量

すでに発表した各種の試験^{19), 20), 21)}及びその他の著者の実験から、唯一つの条件だけを異にして栽培された稲の耐病性の強弱と窒素含量を比較して見ると第1、

2表の通りである。第1表の第10例まではいずれも栽培条件を一つだけ変えたものの比較であるが、第7・8例を除き全窒素もその各分画も耐病性の弱い方が多い傾向が見られ、ただ第9例の不溶態窒素、第10例のアマイド窒素だけが強い方に多くなっている。第7例では全窒素及び不溶態窒素が強い方に多く、第10例では $\text{NH}_3\text{—N}$ だけ弱い方が多く、他は全部強い方が多く他の例と逆の関係を示した。第11例は栽培条件は同じであるが、イモチ

病に侵された稲は耐病性が極めて弱くなり、窒素含量は他と同じように高くなることを示した。第2表では第14・18・19・20・21例が全窒素・可溶態窒素共に耐病性の強い方が多く、第24例は全窒素だけ強い方に多いが、その他の例はいずれも全窒素・可溶態窒素共に耐病性の弱い方に多い。第1表、第2表を通じて各例共全窒素中可溶態窒素の占める割合は耐病性の弱い方が大きくなっている。

第1表 栽培条件の異なる稲の耐病性と窒素含量 (1)

事例番号	条 件	耐病性	全窒素	不溶態窒素	可 溶 態 窒 素				全 N 中 可溶態 N %
					NH_3	アマイド	そ の 他	計	
1	大曲土壌	強	14.998	12.630	0.022	—	—	2.368	15.79
		弱	20.064	16.579	0.033	—	—	3.485	17.37
2	大曲土壌+硫安	強	30.581	18.083	0.039	1.681	10.733	12.498	40.87
		弱	40.700	22.245	0.049	3.052	15.354	18.455	45.34
3	淀川泥炭	強	14.865	11.847	0.030	—	—	3.018	20.30
		弱	21.999	15.750	0.034	—	—	6.249	28.41
4	淀川泥炭+硫安	強	26.009	15.139	0.043	1.406	9.421	10.780	41.79
		弱	64.284	34.535	0.050	2.799	26.902	29.751	46.25
5	泥炭+硫安+鉄	強	17.809	13.347	0.033	—	—	4.462	25.22
		弱	21.999	15.570	0.034	—	—	6.249	28.41
6	泥炭+硫安+鉄	強	50.472	31.790	0.046	2.548	16.088	18.682	37.01
		弱	64.284	34.535	0.050	2.799	26.902	29.751	46.28
7	大曲土壌	強	14.998	12.630	0.022	—	—	2.368	15.79
		弱	14.865	11.847	0.030	—	—	3.018	20.30
8	大淀川泥炭	強	30.581	18.083	0.039	1.681	10.733	12.498	40.87
		弱	26.009	15.139	0.043	1.406	9.421	10.780	41.79
9	大曲土壌+硫安	強	20.064	16.579	0.033	—	—	3.485	17.37
		弱	21.999	15.750	0.034	—	—	6.249	28.41
10	大曲土壌+硫安	強	40.700	22.245	0.049	3.052	15.354	18.455	45.34
		弱	64.284	34.535	0.050	2.799	26.902	29.751	46.28
11	健全コミ箱	強	38.885	23.952	0.019	0.512	14.402	14.933	38.40
		弱	57.335	31.941	0.037	1.219	24.138	25.394	44.29

第2表 栽培条件の異なる稲の耐病性と窒素含量 (2)

事例番号	条 件	耐病性	全窒素	可溶態窒素	全 N 中 可溶態 N %	事例番号	条 件	耐病性	全窒素	可溶態窒素	全 N 中 可溶態 N %
12	1 4 合 播	強	38.7	4.5	11.63	21	正 並 方 形 木 植	強	39.8	3.9	9.80
		弱	41.2	5.2	12.62			弱	37.2	3.8	10.22
13	水 苗 代 育 苗 保温折衷苗代育苗	強	28.46	3.46	12.11	22	並 正 方 形 木 植	強	32.3	3.3	10.22
		弱	34.45	5.34	15.51			弱	33.6	3.5	10.42
14	直 播 無 培 土 直 播 無 培 土	強	27.31	2.51	9.19	23	移 直 播 無 培 土	強	42.75	3.76	8.80
		弱	25.56	2.47	9.66			弱	44.06	3.94	8.98
15	直 播 無 培 土 直 播 無 培 土	強	26.11	2.16	8.27	24	移 直 播 無 培 土	強	45.25	3.55	7.85
		弱	29.42	2.96	9.38			弱	44.52	4.23	9.50
16	直 播 無 培 土 直 播 無 培 土	強	36.3	3.0	8.26	25	直 移 播 無 培 土	強	26.11	2.16	8.27
		弱	36.7	3.2	8.72			弱	26.52	2.72	10.26
17	直 播 無 培 土 直 播 無 培 土	強	27.9	2.4	8.60	26	直 移 播 無 培 土	強	29.31	2.51	9.19
		弱	30.9	2.9	9.39			弱	30.00	2.85	9.50
18	並 正 方 形 木 植	強	30.00	2.58	9.50	27	直 移 播 無 培 土	強	40.4	3.7	9.16
		弱	22.78	2.67	10.77			弱	45.0	4.3	9.56
19	並 正 方 形 木 植	強	26.52	2.72	10.26	28	直 移 播 無 培 土	強	36.3	3.0	8.26
		弱	23.61	2.69	11.39			弱	37.2	3.8	10.22
20	正 並 方 形 木 植	強	47.0	4.4	9.36	29	直 移 播 無 培 土	強	27.9	2.4	8.60
		弱	45.0	4.3	9.56			弱	32.3	3.3	10.22

3. 耐病性の異なる稲の糖含量及びC/N率

窒素の場合と同様に各種の実験から、耐病性の異なる

稲の糖含量及び C/N 率を比較すると第 3 表の通りである。ここにあげた 19 例を通覧すると、全糖の含量が耐病性の強いものに多いのが 11 例、少ないのが 7 例、可溶態

第 3 表 栽培条件の異なる稲の耐病性と糖含量及び C/N 率

番 号	栽 培 条 件	耐 病 性	全 糖	可 溶 態 糖	還 元 糖	全 糖 中 可 溶 態 %	C/N 率
1	大 曲 土 壤 大曲土壌+硫安	強	317.92	194.58	38.52	61.20	21.19
		弱	199.57	96.64	46.22	48.42	9.95
2	大 曲 土 壤 大曲土壌+硫安	強	340.03	81.25	40.48	23.89	11.12
		弱	366.24	95.35	51.73	26.03	8.99
3	淀 川 泥 炭 淀川泥炭+硫安	強	525.99	148.28	47.49	28.19	35.37
		弱	447.69	183.82	130.46	41.06	20.35
4	淀 川 泥 炭 淀川泥炭+硫安	強	288.80	63.20	28.94	21.88	11.10
		弱	219.62	56.90	23.70	25.91	3.42
5	泥炭+硫安+鉄 泥炭+硫安	強	506.86	271.11	95.35	53.49	28.46
		弱	447.69	183.82	130.46	41.06	20.35
6	泥炭+硫安+鉄 泥炭+硫安	強	289.86	65.47	26.42	22.59	5.74
		弱	219.62	56.90	23.70	25.91	3.42
7	大 曲 土 壤 淀 川 泥 炭	強	317.92	194.58	38.52	61.20	21.19
		弱	525.99	148.28	47.49	28.19	35.37
8	大 曲 土 壤 淀 川 泥 炭	強	340.03	81.25	40.48	23.89	11.12
		弱	288.80	63.20	28.94	21.88	11.10
9	大曲土壌+硫安 淀川泥炭+硫安	強	199.57	96.64	46.22	48.42	9.95
		弱	447.69	183.82	130.46	41.06	20.35
10	大曲土壌+硫安 淀川泥炭+硫安	強	366.24	95.35	51.73	26.03	8.99
		弱	219.62	56.90	23.70	25.91	3.42
11	水 苗 代 育 苗 保温折衷苗代育苗	強	152.82	42.86	27.52	28.05	3.96
		弱	181.88	23.47	11.44	12.90	5.28
12	直 播 無 培 土 直 播 無 培 土	強	238.79	32.75	18.63	13.71	7.15
		弱	198.18	29.45	16.94	14.87	6.74
13	直 播 無 培 土 直 播 無 培 土	強	402.35	82.94	57.46	20.61	14.73
		弱	346.94	80.08	61.35	23.08	13.57
14	並 木 植 正 方 形	強	238.94	34.37	16.52	14.38	9.01
		弱	203.68	32.39	18.73	19.91	8.63
15	並 木 植 正 方 形	強	274.43	72.50	61.14	26.42	9.15
		弱	308.33	77.33	55.88	25.08	8.63
16	移 植 直 播	強	195.20	72.13	37.46	36.96	4.57
		弱	257.29	91.35	44.32	39.39	5.84
17	移 植 直 播	強	205.82	69.58	58.46	33.80	4.55
		弱	249.92	77.99	59.40	33.61	5.61
18	直 移 播 植	強	238.79	32.75	18.63	13.71	7.15
		弱	238.94	34.37	16.52	14.37	9.01
19	直 移 播 植	強	4.35	82.95	58.46	20.61	14.73
		弱	274.43	72.50	61.14	26.42	9.15

糖の場合は強いものに多いのが12例、少ないのが7例、還元糖の場合は強いものに多いのが8例、少ないのが11例、全糖中可溶性糖の比率は強いものの方が大きいのが9例、弱いものの方が大きいのは10例となっていて、これらと耐病性との間には何らの関係も見出し得ない。C/N率については耐病性の強いものの方が大きいのは13例、弱いものの方が大きいのは6例で、この場合も両者の間に何ら相関を認め得ない。

4. 論 議

稲のイモチ病に対する耐病性は品種・生育度・栽培条件・気象条件等によって異なるものであるが、このような稲では窒素含量や糖含量も種々異っている。上に示した例は同一品種でほぼ同一生育度、且つ同一気象条件の下において栽培条件の内一つを変えて栽培された稲について窒素含量や糖含量とイモチ耐病性との関係を示したものである。窒素含量の場合は多くの研究者が示したように、一般に窒素含量の高いものが耐病性は弱く、また各分画についても同様である。可溶性窒素の中その他で示されたものの大部分はアミノ酸で、これも大谷³⁰⁾が示したように耐病性の弱いものに多い場合が多い。従来の研究において耐病性と特に関係が深いといわれたアミノ酸は可溶性窒素中最も量の多いもので、可溶性窒素の量はアミノ酸の量に支配されると考えられる。従って稲の耐病性と体内アミノ酸との関係は、アミノ酸の定量を省略して可溶性窒素量をもって論じても大過がないものと考えられる。

しかし耐病性との関係は全窒素においても各分画においても多少の例外があり、これらの数字をもって稲の耐病性を論ずるのは必ずしも妥当とはいえない。全窒素中可溶性窒素の比率は上述の例では例外なく耐病性の弱いものの方が強いものより大きくなっている。耐病性に関する最近の研究において細胞の代謝活性との関連性が重要視されて来たが、このような見方から窒素と耐病性との関係を見ると、全窒素や各分画の絶対量よりも体内の窒素が如何なる形態をとっているかが重要であるように思われ、窒素の量そのものよりも全窒素中に占める各分画の比率の方が耐病性を論ずる資料として価値の高いものと思われる。

稲体内の糖含量については全糖についても各分画についても耐病性との間に強い相関はなく、またC/N率も糖含量に大きく支配されるものであり、上述のとおり耐病性との間に深い関係は見出せなかった。

以上は栽培条件の内1項目だけを変えた場合の稲につ

いて論じたもので、このような場合には全窒素中可溶性窒素の比率が最も耐病性と関係が深いと考えられる。しかし品種・生育度等が異なる場合は必ずしも一致しないことは表中の異なる例を比較すれば明らかである。

5. 摘 要

栽培条件を異にして育成された稲の耐病性と稲体内の窒素及び糖の含量並びにC/N率との関係について著者の行った種々の実験結果を基にして検討した。

稲体内の全窒素及び各分画の含量はイモチ病に対する耐病性と高い相関があり、含量の大きいものは小さいものより弱い傾向が見られたが、時に反対の場合もある。全窒素中可溶性窒素の比率は耐病性の強弱とよく一致し比率の大きいものが弱かった。但し品種・生育度等の異なる稲の場合は必ずしも一致しない。糖及びその各分画・C/N率等はイモチ耐病性との間にあまり相関はないようである。

引 用 文 献

- 1) 馬場赴. 1944. 稲の窒素及び珪酸に關した營養生理的特性とその病害抵抗性との關係. 農園 19: 541~543.
- 2) Hughes, L. C. & Fowler, H. O. 1953. Resistance to a plant disease associated with high glucose content of leaf. Nature 172(4372): 316.
- 3) 石塚喜明・田中明. 1953. 水稻の生育過程に關する研究 第3報 各形態の窒素及び炭水化物の消長 日土肥雜誌 23: 159~165.
- 4) 伊藤誠哉・坂本正幸. 1943. 稻熱病に關する研究 農林省委託試驗昭和16年度報告.
- 5) 高坂淳爾・孫文弥寿雄. 1953. 環境の変化による稲体内遊離アミノ酸含有量と稻熱病發生との關係 日植病會報 18: 90.
- 6) 大谷吉雄. 1948. 水稻の稻熱病に対する罹病性と主要化学成分との關係 第1報 育成法を異にせる稲苗による實驗 寒地農學 2: 269~280.
- 7) ————. 1952. 水稻の稻熱病に対する罹病性とその主要化学成分との關係 (第2報) 北大農邦文紀要 1: 375~380.
- 8) ————. 1952. 水稻の稻熱病に対する罹病性とその主要化学成分との關係 (第3報) 日植病會報 16: 97~102.
- 9) ————. 1955. 水稻体内の主要化学成分; 主として各種形態窒素含量と稻熱病罹病性 日植病會報 20: 126~127.
- 10) 坂本正幸. 1942. 稻の稻熱病抵抗性と窒素肥料との關係に就て 日植病會報 12: 57~59.
- 11) 鈴木橋雄. 1943. 稻熱病に對する稻の抵抗性の本質としてのK—NH₄率について 植及動 11: 803~805, 878~882.

- 12) ————. 1951. 稻熱病抵抗性と糖分含有量との関係 日植病会報 15: 178.
- 13) ————・橋本好夫. 1952. 稻熱病抵抗性と NO_3^- 含有量との関係 日植病会報 17: 32.
- 14) 田原寿一. 1937. 水稻の含有する窒素の形態対稻熱病に関する2, 3の調査成績 日土肥雑誌 9: 550~554.
- 15) 田中正三. 1955. 稻熱病の生化学 日植病会報 20: 125~126.
- 16) ————・香月裕彦・香月文子. 1952. 稻熱病の生化学的研究(第4報) 稻熱病菌の栄養吸収に及ぼすアンモニア態及び硝酸態窒素の影響 日植病会報 16: 103~106.
- 17) ————・森脇垂果. 1955. 稻熱病の生化学的研究(第6報) 稻熱病菌のグルタミン酸代謝 日植病会報 20: 54~58.
- 18) ————・———. 1956. 稻熱病罹病性の生化学的研究(第9報) 稻熱病菌のグルタミン酸代謝について 日植病会報 20: 190.
- 19) 徳永芳雄・古田力. 1959. 腐植質水田における土壤条件とイモチ病に関する研究 第3報 泥炭とイモチ病との関係. 東北農試報告 15: 16~20.
- 20) ————・———・下山次男. 1955. 保温折衷苗代とイモチ病との関係 北日本病虫研特別報告 2: 52~61.
- 21) 徳永芳雄・太田義雄. 1959. 水稻湛水直播栽培とイモチ病との関係 北日本病虫研年報 10(印刷中)
- 22) 吉井甫. 1941. 稻熱病抵抗性に関する研究. IV. 稻熱病に対する稲の品種間抵抗性と葉片の強韌度, 珪酸並びに窒素含量との関係 日植病会報 11: 81~88.

Résumé

Herein are reported the results of investigations on the correlations between the nitrogen and sugar contents and the blast resistance in rice plant growing under different cultural conditions. In these investigations, the data obtained in several experiments formerly conducted by the author and his coworkers were used.

Although the contents of total nitrogen and its each fraction of plant highly correlated with the resistance to blast disease, and plants containing more nitrogen were less resistant to the disease, but in some cases both circumstances were quite opposite. The ratio of soluble nitrogen to total nitrogen was completely parallel with the resistance, and the plants of which ratio was larger were less resistant to the disease. However, in the cases of which varieties and ages of plants were different, the relations above stated were not necessarily so.

Recently the relationships between the metabolic activity of host cells and the disease resistance have been regarded. Considering the relation of nitrogen contents to blast resistance of rice plant from this point of view, it may be important to decide the forms of nitrogen in rice plant with reference to the disease resistance. Accordingly, it may be concluded that the ratio of each nitrogen fraction is more valuable than the quantity of them as the materials by which resistance will be discussed.

The contents of total sugar and its fractions, ratio of each fraction and C/N ratio of rice plant will not be correlated with the blast resistance.

腐植質水田における土壌条件とイモチ病に関する研究

第4報 苗代跡作とイモチ病との関係

徳 永 芳 雄・太 田 義 雄

Studies on the blast disease of rice in humus rich paddy field,
with special reference to soil conditions

4. Occurrence of blast disease on rice plant transplanted successively in the nursery bed

Yosio TOKUNAGA and Yoshio ÔTA

苗代跡は一般に肥沃であるため、跡作の水稲にはイモチ病が多発しやすいといわれている。また東北地方に多い通し苗代は永年に亘り湿田状態となり、且つ年々多量の有機物を投入しているために土壌の理化学的性質は乾田と著しく異り、跡作の水稲は乾田の場合と異り、イモチ病の発生状態も異っている。本研究は乾田苗代及び通し苗代における土壌の性質と水稲の生育並びにイモチ病

の発生を普通田と比較検討すると共に、これらの水田における水稲品種の耐病性の変動を比較検討するために行ったものである。

1. 第1試験（昭和30年度）

1. 試験方法

供試圃場は次表の如くである。

第1表 第1試験供試圃場

圃場種別	所在地	履 歴
普通田 乾田苗代 通し苗代	栽培第一部圃場 " 苗代 大曲市花館農家 "	数十年前に乾田化した試験圃場 同上 昭和26年まで通し苗代、昭和27・25年に跡作、29年休閒 永年に亘り通し苗代で跡作の経験がない。

耐病性の異なる当地方の代表的品種及び苗代跡作用品種計20品種を供試し、東北農業試験場栽培第一部の苗代で育苗した。苗代施肥量は $3.3m^2$ 当り堆肥 $7.5kg$ ・石灰空

素 $187g$ ・硫酸 $150g$ ・過磷酸石灰 $187g$ ・塩化加里 $75g$ である。4月26日に $3.3m^2$ 当り $0.54g$ 播種した。本田の耕種概要は次の通りで、農家圃場は農家の慣行によった。

第2表 第1試験本田耕種概要

区 別	播 秧 栽 植 距 離	$3.3m^2$ 当り株数	1 株 本 数	施 肥 量 (10a当りkg)				
				堆 肥	硫 酸	過 石	塩 加	
普通田区	6月14日	$22.7 \times 22.7cm$	64	3本	750	30.0	30.0	7.5
乾田苗代区*	14	22.7×22.7	64	3	—	15.0	15.0	7.5
半乾田苗代区**	15	30.3×15.2	72	3	2287	22.5	22.5	11.2
通し苗代区	15	30.3×15.2	72	3	—	—	—	—

備考 * 苗代用として前記の肥料がこの外に入っている。

** 堆肥は前年秋 $2250kg$ 、7月28日 $37kg$ 施用

なお半乾田苗代区は6月25日の洪水で冠水した。土壌中の NH_3-N の消長は裸地及び農林41号の株間で水稲の

生育期間中に4回調査した。土壌断面の調査は収穫後に、水稲根の分布は農林41号について6月24日及び収

穫後に調査した。水稻の生育は藤坂5号（早生）・農林17号（中生）及び農林41号（晩生）について乳熟期（9月1日）に草丈及び茎数を調査した。イモチ病については葉イモチは7月26日の発生状況を発生予察規準によりまた頸イモチ、節イモチ等は収穫時に発病率を調査した。

2. 試験結果

1) 土壌調査と根の分布

通し苗代は収穫後も湿田状態で調査出来なかったが、土壌断面は他の3区とも大差がなく、根の分布は普通田が最も深く、他の2区は大差なかった。耕土の色は通し苗代が最も黒く腐植の含量が高いと思われた。

第3表 土壌断面と水稻根の分布

区 別	土 層 の 分 類			耕土の深さ	根 の 分 布 と 限 界			
	0—16cm	16—25cm	25—100cm		根 群	富 む	認 め る	
普 通 田 区	CL	CL	CL-SL	14cm	15cm	40cm	65cm	
乾 田 苗 代 区	CL	Si	Si	16	16	36	47	
半 乾 田 苗 代 区	CL	CL-C	C-SiC	18	—	36	57	
通 し 苗 代 区	—	—	—	17	—	—	—	

第4表 $\text{NH}_3\text{—N}$ の消長（乾土100g当りmg）

採土した場所	採土月日	普通田区		乾田苗代区		半乾田苗代区		通し苗代区	
		上 層	下 層	上 層	下 層	上 層	下 層	上 層	下 層
裸 地	VI. 24	7,979	7,390	11,433	10,803	11,846	7,465	5,635	5,229
	VII. 14	4,671	6,930	11,276	11,720	11,068	9,460	6,254	6,927
	VIII. 4	4,639	7,467	8,306	10,806	16,177	8,621	6,800	8,659
	VIII. 24	5,064	7,312	2,805	5,962	12,489	9,484	10,989	8,482
農林41号株間	VI. 24	6,632	6,651	11,267	11,081	10,235	7,665	4,707	7,639
	VII. 14	4,202	5,895	3,974	4,646	9,221	6,163	4,924	4,484
	VIII. 4	2,870	2,246	2,975	2,260	3,964	2,514	2,624	2,397
	VIII. 24	2,453	2,031	2,910	2,428	3,431	2,640	3,421	3,665

注 上層は土表より約10cmまで、下層はその下約15cmまで。

土壌中の $\text{NH}_3\text{—N}$ は第4表に示した通り、6月24日には乾田苗代及び半乾田苗代が高いが、これは苗代施肥の残りに本田施肥が加わったためである。通し苗代は無施肥のため最も低い。各区のその後の消長を見ると裸地においては通し苗代が有機物の分解により $\text{NH}_3\text{—N}$ が漸次増加しているが、他の区では余り変化がなかった。乾田苗代区の8月24日が著しく低くなったのは雑草のためである。

株間の調査では稲による吸収のため漸次減少し、8月4日には各区ともほぼ同程度となった。これから各区の稲の窒素吸収量は乾田苗代区が最も多く、半乾田苗代がこれに次ぎ、普通田区は最も少なかったと予想されるが、通し苗代区では初期は普通田より少なく後期に土壌有機物の分解に伴い多量の窒素を吸収したと思われる。

2) 稲の生育

早・中・晩の各代表品種について乳熟期（9月1日）に行った生育調査の結果は第5表の通りである。

第5表 乳熟期の生育調査

区 別	藤坂5号 (早)		農林17号 (中)		農林41号 (晩)	
	草丈	茎数	草丈	茎数	草丈	茎数
	cm	本	cm	本	cm	本
普通田区	102	15	110	17	98	20
乾田苗代区	114	18	114	20	110	25
半乾田苗代区	115	20	129	19	120	24
通し苗代区	—	—	121	13	113	16

これによると窒素の吸収量が大きであったと思われる区において草丈・茎数ともに大である。通し苗代区の茎数が少いのは初期に窒素が少なかった影響と考えられる。

3) イモチ病の発病

イモチ病の発病調査は葉イモチは7月26日に発生予察要項の基準により、その他は早・中・晩に分けて各々その成熟期に行った。その結果は第6表の通りである。葉イモチの発生は一般に少なかったが、乾田苗代区だけは発生が極めて多く、ズリコミ症状を呈した品種もあった。

た。頸イモチにおいても乾田苗代区に最も発病が多く、半乾田苗代区・通し苗代区・普通田区の順に少なくなり、時に順位の逆転する品種もあったが、その場合の発病差

は僅少であった。節イモチの場合も乾田苗代区に最も多く普通田区に最も少なかったが、半乾田苗代区と通し苗代区では品種により発病順位が極めて不同であった。

第 6 表 品 種 別 イ モ チ 病 調 査

品 種	葉 イ モ チ 指 数				頸 イ モ チ %				節 イ モ チ %			
	普通田	乾 田 苗 代	半乾田 苗 代	通 し 苗 代	普通田	乾 田 苗 代	半乾田 苗 代	通 し 苗 代	普通田	乾 田 苗 代	半乾田 苗 代	通 し 苗 代
早 生 群	ハツニシキ	0.1	0.5	0	0.1	5.6	36.0	13.7	14.6	1.0	7.5	7.5
	坂 5 号	0	0.3	0	0	9.4	65.3	12.7	7.3	1.5	16.4	9.1
	農 尾 沢 1 4 号	0.2	3.4	0.1	0.2	7.3	66.4	29.3	7.5	3.0	16.9	19.4
	尾 沢 1 号	0	0.3	0	0	3.9	31.1	13.3	16.7	5.6	38.4	30.0
	オバコワセ	—	0.6	0	0	3.6	24.8	5.0	6.4	6.0	34.9	19.2
		0	0.7	0	0	3.0	17.1	8.5	2.0	1.4	23.0	12.4
中 生 群	ウカイ	0	0.4	0	0.1	0.7	12.5	5.4	5.3	1.3	9.9	2.7
	132 号	0.1	1.3	0.1	0.1	3.4	40.4	17.1	9.5	4.0	17.8	33.6
	農 林 17 号	0.1	1.6	0.1	0.2	7.7	36.6	24.9	8.5	3.1	26.8	16.5
	195 号	0.1	0.8	0	0.1	11.0	31.7	21.5	10.3	4.9	45.8	10.5
	北 陸 11 号	0.1	0.7	0	0	7.9	28.3	12.8	10.1	0.4	12.6	4.1
晩 生 群	尾 4 号	0.2	3.0	0.4	0.3	23.2	64.1	44.4	—	27.2	93.2	72.7
	ササシ	0.1	0.8	0	0.2	5.7	79.7	33.1	18.7	0.4	7.5	7.6
	農 林 41 号	0.2	2.0	0.2	0.3	18.7	82.2	56.6	28.8	6.9	26.3	31.0
	21 号	0.2	4.0	0.2	0.1	10.0	31.2	21.7	11.5	2.6	11.2	20.9
	北 陸 41 号	0.1	2.3	0.1	0.3	6.7	22.2	30.4	10.7	0.7	8.8	4.3
平 均	213 号	0	0.8	0	0	13.8	29.2	31.4	31.3	3.9	43.7	18.6
	東 51 号	0	0	0	0	2.7	7.5	9.5	8.1	0	2.8	1.1
	大 特 1 号	0	0.2	0	0	2.8	6.8	11.9	1.6	3.9	0.3	3.7
	新 5 号	0	0.6	0	0.1	3.6	5.6	10.3	7.8	5.0	2.3	3.1
		0.07	1.22	0.06	0.10	7.5	35.6	20.7	12.6	4.1	22.3	16.2

以上の通り、土壌条件・施肥量等の異なる4種の水田におけるイモチ病の発生は乾田苗代に最も多く、普通田に最も少なかった。この傾向は土壌から稲が吸収した窒素量と密接な関係があるようである。すなわち初期に最も多量の窒素を吸収したと思われる乾田苗代には葉イモチの発生が極めて多く、この多窒素の影響は出穂以後まで継続し、頸イモチ・節イモチを多発させたと思われる。穂孕期以後に多量の窒素を吸収したと考えられる半乾田苗代及び通し苗代では葉イモチの発生は少なく、頸イモチ・節イモチが多発した。通し苗代では、初期のNH₃-Nは普通田とほぼ同様であったが、夏季の温度上昇とともに多量の潜在窒素が発現し、遅くまで窒素の供給が続けられたために発病の最も遅い節イモチの多発の

原因となった。

環境による耐病性の変動は品種により異なるが、葉イモチでは比較的少なく、頸イモチ及び節イモチでは大であった。一般に耐病性の強い品種が安定している傾向を示した。すなわち関東51号・大特1号・新2号・チョウカイ等は各種イモチを通じて変動が少なかった。

2. 第2試験（昭和31年度）

1. 試験方法

供試圃場は第7表の通りである。

供試品種は前年用いた20品種の内から、当地方の代表品種及び前年イモチ病に対して抵抗性を示したものの計9品種を選んだ。東北農業試験場栽培第一部の苗代で育苗

第 7 表 第 2 試 験 供 試 圃 場

圃 場 種 別	所 在 地	履 歴
普 通 田	栽培第1部 圃場	数十年前に乾田化した試験圃場
乾 田 苗 代	" 苗代	同 上
通 し 苗 代	大曲市四ツ屋農家	永年に亘り通し苗代で跡作の経験がない

し苗代施肥量は前年と同様で、4月26日 $3.3m^2$ 当り0.54 ℓ を播種した。試験区は次の通りである。

普通田	1区	9.9 m^2	2連制
乾田苗代	1区	6.6 m^2	3連制

通し苗代 1区 3.96 m^2 2連制

本田の耕種概要は次表の通りで、その他の一般管理は普通田・乾田苗代は当部の標準により、通し苗代については農家の慣行によった。

第8表 第2試験本田の耕種概要

区 別	挿秧期	栽植距離	3.3 m^2 当り株数	1株本数	跡作用施肥量 (10a当りkg)			
					堆肥	硫安	過石	塩加
普通田区	6月10日	22.7×22.7cm	64	3~4	750	30.0	30.0	7.5
乾田苗代区	12日	22.7×22.7	64	3~4	1125	0	0	0
通し苗代区	12日	30.3×15.2	72	3~4	0	0	0	0

なお苗代には苗用として次の施肥が播種時に行われた。水稻生育中の土壌中のアンモニア態窒素の消長を知るために、試験区中に設けた裸地(3.3 m^2)及び農林41号の株間から土壌をとり分析した。また通し苗代の潜在地力を検討するため、上記試験区の外第10表に示した農家の通し苗代3カ所から苗取り直後に土壌をとり、温度上昇効果をしらべた。上昇効果は採取した土壌を30°C及

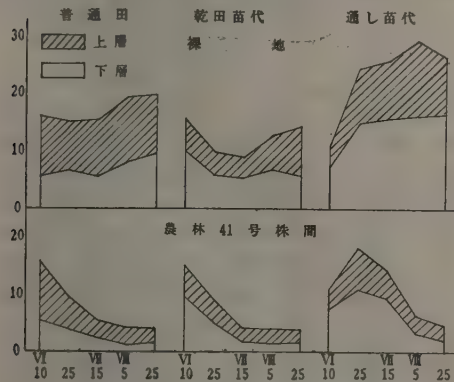
び40°Cに4週間 incubate し、 NH_3-N を定量し、両温度における NH_3-N の量の差をもって表わした。イモチ病の調査は枝梗・頸・節イモチについて各品種の成熟期(早生9月21日、中生10月4日、晩生10月22日)に各区20個体について行った。収量は3.3 m^2 刈りにより精粒重・糲重・玄米重・屑米重・玄米1.8 ℓ 重・千粒重・10a当り容量等を調査した。

第9表 第2試験苗代における苗用の施肥(10a当りkg)

区 別	堆肥	石灰窒素	硫安	過石	硫加	備 考
乾田苗代区	2250	56.25	61.88	56.25	22.50	
通し苗代区	1500	22.50	11.25	0	6.38	堆肥は前年夏に施用

第10表 土壌調査に供試した通し苗代及び播種時施肥量(10a当りkg)

苗代別	所在地	堆肥	石灰窒素	硫安	過石	硫加	配合肥料	その他の有機物	備 考
通し苗代A	大曲市四ツ屋	—	22.5	33.75	—	—	33.75	—	{堆肥は前年秋 その他の有機物は冬}
通し苗代B	"	1500	67.5	112.5	45.0	22.5	—	1312.5	
通し苗代C	大曲市花館	—	—	—	—	—	—	—	



第1図 土壌中の NH_3-N の消長
(乾土100g当り・昭31)

2. 試験結果

1) 土壌調査

NH_3-N の消長は第1図に示した通り裸地表層においては、挿秧時は挿秧時施肥が行われた普通田が最も多く挿秧時施肥を行わなかった他の2区では少ない。普通田及び乾田苗代では7月15日あるいは8月5日の調査から徐々に増加するが、通し苗区では6月25日の調査で急激に増加し、以後も徐々に増加している。下層においてもほぼ同様な傾向を示している。株間の調査では普通田及び乾田苗代は挿秧とともに急激に減少し、以後も漸次減少しているが、通し苗代は6月25日調査では増加し、以後急激に減少して、最後の8月25日調査では各区ともほぼ近い値となった。裸地及び株間の調査から稲が吸収した窒素量を推定すると、通し苗代では全期を通じて吸収

量は最も多く、普通田と乾田苗代との比較では初期に普通田が少々多く、後期は乾田苗代が多かったと思われる。挿秧直前の土壌の温度上昇効果を調査した結果は第11表に示したが、裸地における後期のNH₃-N量の最も少ない乾田苗代の土壌が温度上昇効果は最も高く、後期に多量のNH₃-Nを生成したと思われる通し苗代区が最も低く、この結果から圃場におけるNH₃-Nの消長を説明することは出来なかった。ただ乾田苗代の温度上昇効

果が高かったことはこの区に頸イモチの稍々多発したことに関連がありそうである。なお参考のため試験に用いた通し苗代の外に3カ所の通し苗代について温度上昇効果を調べたが、いずれも上層においては10mg内外で普通田と大差なく、試験に用いた通し苗代より大きかった。またNH₃-Nの含有量は通し苗代により区々で、極めて多量のNH₃-Nを含有する苗代もあった。

第 11 表 挿秧直前の土壌の温度上昇効果 (乾土100g当りmg)

処 理 温 度	普 通 田 区		乾 田 苗 代 区		通 し 苗 代 区		通 し 苗 代 A		通 し 苗 代 B		通 し 苗 代 C	
	上 層	下 層	上 層	下 層	上 層	下 層	上 層	下 層	上 層	下 層	上 層	下 層
原 土	10.541	5.446	4.046	11.889	3.741	7.431	3.545	7.102	23.824	31.335	3.171	6.004
30°C	20.919	14.946	9.795	16.961	10.312	11.189	7.300	9.828	30.960	36.209	12.985	10.498
40°C	31.363	24.787	24.938	28.782	15.662	15.538	17.472	14.882	40.437	38.746	23.015	18.614
温度上昇効果 (40°-30°C)	10.444	9.841	15.143	11.811	5.350	4.349	10.172	5.054	9.487	2.537	11.030	8.116

2) イモチ病の発病

発病調査の結果は第12表及び第13表に示した如く、各部イモチ共はほぼ同一傾向を示し、普通田が最も発病少なく、通し苗代に最も発病が大であった。頸及び節では関東51号及び大特1号を除き通し苗代の発病が極めて多く乾田苗代の発病は弱品種を除き普通田と大差なかった。抵抗性の弱い農林41号及び農林17号は土壤条件の差により発病に大きな差を生じたが、抵抗性の強い関東51号及び大特1号は各区とも発病に大差がなかった。抵抗性中間に位する他の5品種は乾田苗代では普通田と差がなかったが、通し苗代では抵抗性を発現する限界を越えて発病を増大した。

3) 収量調査

収量調査の結果は第14表に示した通り、乾田苗代と普

第12表 葉イモチ発病程度

品 種	葉イモチ初発			葉イモチ発病程度		
	普通田	乾田苗代	通し苗代	普通田	乾田苗代	通し苗代
	7.24	7.20	7.5			
ハツニシキ	月日	月日	月日	±	+	++
藤坂5号	24	20	24	±	+	+
オバコワセ	24	20	5	±	+	+
チョウカイ	24	20	24	+	+	+
農林17号	16	20	5	+	+	++
農林41号	16	20	5	+	+	+++
関東51号	—	20	24	±	±	+
大特1号	—	20	24	±	±	+
新チヨウカイ	5	16	20	±	+	++

注 発病調査は8月6日に行った。
± ……全株には発病していない。
+ ……全株に発病が認められる。
++ ……新葉にも病斑が認められる。
+++ ……ズリコミ症状を呈する。

第 13 表 収穫時における発病調査

品 種	頸 イ モ チ %			枝 梗 イ モ チ %			節 イ モ チ %			白 穂 率		
	普通田	乾田苗代	通し苗代	普通田	乾田苗代	通し苗代	普通田	乾田苗代	通し苗代	普通田	乾田苗代	通し苗代
ハツニシキ	1.0	2.1	55.6	0.9	3.1	7.1	0.2	2.0	17.9	0	0	16.1
藤坂5号	2.4	1.3	56.8	2.0	1.9	7.6	0.3	0.1	13.3	0.5	0.2	10.7
オバコワセ	0.4	0.6	36.9	0.4	0.7	7.3	0.1	0.6	24.0	0	0.1	14.4
農林17号	6.1	16.9	73.5	5.0	9.0	7.2	1.8	12.6	44.4	0.2	3.0	22.1
農林41号	18.8	39.2	99.8	13.2	16.6	—	5.8	9.5	58.9	0	2.2	67.5
関東51号	0.6	0.7	6.5	1.8	4.6	15.7	0.3	0.4	2.9	0.1	0.3	1.9
大特1号	0.1	1.0	3.6	2.5	13.4	35.0	0.1	0.4	1.5	0	0	1.1
新チヨウカイ	3.7	4.8	68.9	2.9	4.3	11.7	2.9	3.7	41.3	0	0.5	31.1
平均	0.7	0.5	31.9	0.5	1.3	5.9	0	0.1	16.3	0.3	0.1	9.1
平 均	3.76	7.46	48.17	3.24	6.10	12.20	1.28	3.27	24.50	0.12	0.71	19.33

通田では大差はないが、千粒重は乾田苗代の方が軽い傾向が見られた。通し苗代では各品種とも減収しているが頸イモチの被害率の大きな品種程減収率も大きい。但し藤坂5号・チョウカイ等の減収が比較的少なかったのは白穂率が低かったためと思われる。

3. 考 察

土壌条件・施肥量等の異なる水田におけるイモチ病の発生状況は品種により多少異なるが、第1試験では乾田苗代に発病が最も多く、半乾田苗代がこれに次ぎ、第2試験では通し苗代が最も多く、普通田は両年とも発病が最も少なかった。

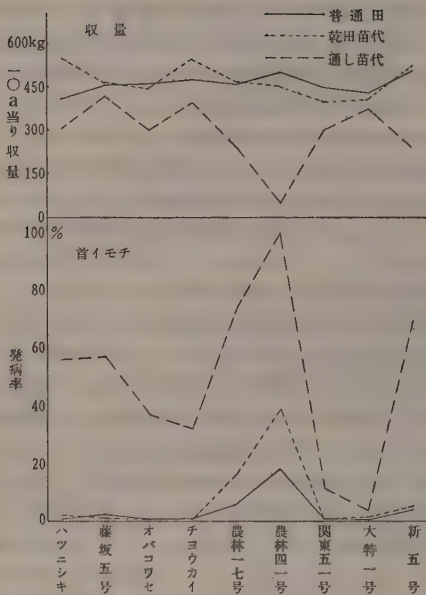
土壌中の $\text{NH}_3\text{—N}$ の消長を調査した結果とイモチ病の発生とを対比して見ると、イモチ病の発生量は稲が吸収したと思われる窒素量に支配されたように推察される。このことは葉イモチについても頸イモチについても同様である。すなわち第1試験では初期に最も多量の窒素を吸収したと思われる乾田苗代には葉イモチの発生が極めて多く、農林1号などはズリコミ状態となった。この多窒素の影響は出穂以後まで継続し、頸イモチ・節イモチを多発させたものと思われる。穂孕期以後に多量の窒

素を吸収したと考えられる半乾田苗代及び通し苗代では葉イモチの発生は少なく頸イモチ・節イモチが多発した。第2試験では本田施肥を行わなかった乾田苗代は普通田より初期の窒素吸収量は少なかったと思われるが、イモチ病の発生の少ない時期であったので葉イモチの発生は両者間に大差がなく、後期に稍々多く窒素を吸収した乾田苗代では抵抗性の弱い品種に頸イモチ・節イモチを多くした。しかし他の品種の抵抗性を動かす程の吸収量の差はなかったと思われる。通し苗代では多量の潜在窒素が発現し最も多い発病を示す原因となった。

土壌環境による耐病性の変動は品種により著しく異り一般に耐病性の強い品種が安定している傾向を示した。すなわち関東51号や大特1号は両試験を通じて変動が少なかった。収量について見ると抵抗性の強い品種程区間の開きが少ない。(第2図)藤坂5号が頸イモチに可成り侵されながら減収率の低いのは白穂率が低いためで、この品種の耐イモチ性の特徴と思われる。関東51号や大特1号が通し苗代でも強い抵抗性を示しながら収量が藤坂5号やチョウカイに及ばなかったのは品種の生産性の差と思われる。一般に苗代跡はイモチ病の被害が多いとされているが、乾田苗代では施肥の抑制と抵抗性品種によ

第14表 収 量 調 査 (3.3 m^2 当りg)

区別	品 種	精 粍 重	糲 重	玄 米 重	屑 米 重	玄 米 重 1.8 ℓ 重	千 粒 重	反当容量 (kg)
普 通 田 区	ハ 藤 坂 5 号	1627	31.2	1377	5.7	1490	23.0	415,800
	ツ 坂 5 号	1840	40.2	1542	9.5	1495	23.4	464,100
	ニ 5 号	1862	33.2	1557	7.5	1505	21.9	465,450
	シ 5 号	1862	95.5	1550	11.5	1460	23.4	477,600
	キ 5 号	1852	208.5	1545	6.5	1495	22.9	465,000
	セ 5 号	1965	83.7	1645	2.7	1475	25.3	501,750
	イ 5 号	1700	119.2	1440	8.2	1440	20.7	450,000
	ロ 5 号	1660	125.0	1395	3.7	1475	22.1	425,550
	エ 5 号	1985	144.5	1667	4.5	1465	25.7	511,950
	オ 5 号							
乾 田 苗 代 区	ハ 藤 坂 5 号	2146	61.0	1803	8.5	1473	22.2	550,800
	ツ 坂 5 号	1843	29.3	1555	9.6	1503	22.8	465,450
	ニ 5 号	1770	36.8	1480	8.6	1506	21.0	442,200
	シ 5 号	2071	146.0	1740	28.8	1493	23.5	544,650
	キ 5 号	1931	122.8	1580	0.3	1486	21.9	468,300
	セ 5 号	1860	31.3	1483	4.0	1476	24.0	452,100
	イ 5 号	1573	73.6	1305	7.0	1466	20.2	400,500
	ロ 5 号	1626	93.6	1360	2.8	1470	22.2	416,750
	エ 5 号	1965	135.6	1635	10.1	1396	24.8	525,900
	オ 5 号							
通 し 苗 代 区	ハ 藤 坂 5 号	1242	197.5	997	50.0	1460	19.6	307,200
	ツ 坂 5 号	1700	169.0	1340	87.7	1440	19.9	418,650
	ニ 5 号	1257	183.2	987	62.5	1450	18.7	301,050
	シ 5 号	1602	258.5	1275	65.0	1445	19.9	397,050
	キ 5 号	1045	197.5	775	80.0	1455	19.1	239,550
	セ 5 号	175	76.2	140	6.7	1325	16.5	47,250
	イ 5 号	1145	240.7	957	9.0	1435	19.7	300,000
	ロ 5 号	1450	243.0	1207	12.5	1440	20.1	370,000
	エ 5 号	907	293.7	755	16.7	1430	20.3	237,450
	オ 5 号							



第2図 首イモチ発病率と10a当り収量(昭31)

り克服し得る範囲にあると思われる。通し苗代の場合は土壌の含有窒素の外に土壌の物理性も著しく異なるが、イモチ病に対しては窒素が最も大きく関与していると思われる。多窒素に耐える品種と薬剤防除の併用により、ある程度の克服は可能である。ただし現在の通し苗代の内には極端に窒素及び有機物の過多のものがあ、これらは

予め投入有機物を制限する必要がある。しかし跡作を年々行い、次第に乾田化すればイモチ病の発生も次第に抑制され、稲作も安定するものと思われる。

4. 摘 要

1. 乾田苗代・半乾田苗代・通し苗代等に跡作水稻を植付け、普通田の稲とイモチ病の発生を比較し、土壌中の $\text{NH}_3\text{—N}$ の消長から苗代跡作にイモチ病の発生の多い原因について若干の考察を試みた。

2. 昭和30年度の試験では乾田苗代に発病が最も多く半乾田苗代はこれに次ぎ、昭和31年度の試験では通し苗代が最も多く、普通田では兩年とも発病は最も少なかった。

3. イモチ病の発生経過と土壌中の $\text{NH}_3\text{—N}$ の消長とを対比して検討した結果、イモチ病の発生量は主として稲の吸収した窒素量に大きく支配されたように思われた。

4. 土壌環境による耐病性の変動は品種により著しく異り、耐病性の強い品種が安定している傾向を示し、収量の変動も少なかった。

5. 乾田苗代の跡作では窒素施用量の抑制と抵抗性品種により、イモチ病を克服することが出来る。また通し苗代の跡作では予め投入有機物を制限し、多窒素に耐える耐病性品種と薬剤防除の併用により、ある程度のイモチ病抑制が可能であり、跡作を年々行い、次第に乾田化すればイモチ病の発生も次第に減少するものと思われる。

Résumé

The rice plant was successively transplanted in the nursery bed and the occurrence of blast disease on it was compared with that in the normal paddy field. The blast disease more abundantly occurred in the nursery bed than in the normal field, and the occurrence of the disease seemed to be influenced by nitrogen absorption by the plant which is presumed from prosperity and decay of $\text{NH}_3\text{—N}$ in the soil. The fluctuation of disease resistance caused by soil conditions widely differed owing to the varieties of rice. Generally speaking, the resistant varieties were seemed to have high stability in the resistance to the blast disease.

冷水灌漑の水稲の生育に及ぼす影響

第1報 長期冷水灌漑試験

本谷耕一・速水昭彦

Studies on the growth and physiology of rice plant grown under the cold water irrigation

1. Effects of cold water irrigation on the whole stages of plant growth

Kōichi HONYA and Akihiko HAYAMI

1. 序 論

近年わが国の水田においては水稲品種の改良・栽培技術の進歩・施肥改善及び施肥量の増大などにより年々収量の向上をみているのであるが、特に東北においてははとなく問題となる初期生育の確保が苗代改良により得られてからは、反当収量の増大の傾向が著しく収量の停滞しがちな西南暖地とは対象的となっている。また東北総合開発の一環として耕地面積の増大がめざましく山間部及び台地上の森野または畑地が年々開発され水田化されているため水稲栽培面積もまた拡大しつつある。このように反収の増大の傾向を辿って来ているが、常に安定した稲作が確立されている場所は沖積水田においてであり殊に新しく水田化されたところは漏水と相まって生産の不安定性が著しく昭和28年のような低温においては、その被害を甚しく受け、著しい凶作を露呈するに至っている。このような地帯における施肥法改善に関してはさきに詳しく報告したところである²⁰⁾。

さて冷害を頻繁にうけ易い台地上の火山灰地帯及び山間地帯では沢水などを利用し位置的に水温の上昇する時間が少く、かつ漏水の場合は多量の灌漑水を要するため冷水灌漑しなければならない現状にある。従って地水温が低く、養分の溶解が少く、更に開田年数が一般沖積地より著しく浅いので施肥量が少く養分的にもさきに示した通りせきよくことに磷酸の供給は少い。このような冷水灌漑田は東北においては約12万ヘクタールといわれるが²²⁾、かような劣悪な条件が重なるため平年においても初期生育が悪く生育遅延及び登熟不良を招いており、これが来襲する冷い偏東風におざわいされると、水

稲の生育は更に遅延し且つリズムカルに吹いて来る低温により稔実不良を起し結局は冷害を引き起さなければならない羽目になるのである。

このような冷害に関する研究は昭和9年以来作物学的に寺尾³⁰⁾・榎本³¹⁾を始め数々の研究¹⁸⁾がなされて来たが、昭和28年の冷害を契機として各研究分野の総合見地から着々その研究が進められている。このため従来少なかった土壌肥料的な研究もその後散見されるに至っている。即ち冷害水稲の土壌肥料的な研究としては石塚²⁹⁾、低温下における養分吸収に関しては高橋²⁸⁾、冷水灌漑田における養分吸収に関しては若生³²⁾の成績が見られ、その他2・3の研究¹⁹⁾が報告されている。

著者らは冷害年の昭和28年を契機としてその被害の著しかった火山灰水田を対象として土壌肥料的に研究を進めその結果を2・3報告して来たが、更に冷害及び冷水灌漑に関連した水稲の生理作用を解析し、その様相を把握する基礎的資料をえる目的で比較的冷害の危険性のある晩生品種を栽培し研究して来た。もちろん、冷水灌漑と偏東風に基く低温の被害とは同一でなく後者は低温以外に寡照を伴うのであり、また低温はリズムカルに来襲する可能性もあるため自ら両者の比較には限界があると思われるが、かなり類似した面を持ち合せているのでこの方法を採用した。

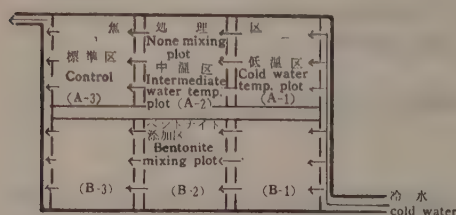
本報においては主として水稲がその生育の進行に伴い冷水灌漑を全生育期間行った場合及びある期間だけ灌漑した場合、いかなる生理作用を行って順応して行くかを生態的にはもちろん、生理作用の方向を無機・有機組成及び水分代謝の面から追求しその結果の一部をとりまとめ得たのでここに報告する次第である。なお本試験は

1956年に施行したものである。

2. 試験の方法

1. 供試土壌：東北農試厨川水田圃場(岩手火山灰)南にやや傾斜しているので冷水灌漑には好適である。

2. 試験区名：第1図に示す通りベントナイト区(10a 1134kg混入)及び無処理区を各3区宛設け約17°Cの冷水をかけ流し低温区・中温区・標準区の3段階とした。1区面積は27.5m²である。



第1図 試験区
Fig. 1. Experimental plots

3. 耕種梗概

- 1) 供試品種： 水稻農林17号
- 2) 苗代様式： ビニール保温折衷苗代により盛岡試験地で育成
- 3) 本田移植期： 5月31日
- 4) 栽植様式： m² 27.3 株 (24.2cm 15.2cm) 1株 3本植

第1表 施肥量

Table 1. Amounts of fertilizer applied

土壌条件 Soil conditions	区名 Plot names	略称 Logogram	施用要素量 (kg/10a) Nutrient elements applied				堆肥 Compost
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bentonite	
無処理 Bentonite absent	低温区 Cold water temp. plot	A-1	12.9	30.3	5.7	0	1890
	中温区 Intermediate temp. plot	A-2	"	"	"	0	"
	標準区 Control	A-3	"	"	"	0	"
ベントナイト加用 Bentonite addition	低温区 Cold water temp. plot	B-1	"	"	"	1135	"
	中温区 Intermediate temp. plot	B-2	"	"	"	"	"
	標準区 Control	B-3	"	"	"	"	"

備考： N；硫酸（1.5kgは7月18日追肥）
P；過石，熔磷（1：1）
K₂O；硫酸

Note： N；Amm-sulfate（1.5kg top dressing on 18th, July）
P；Super-phos and fused phos（1：1）
K₂O；Potash-sulfate

5) 本田施肥量： 第1表に示す通りである。

3. 試験結果

1. 灌漑水温の推移

電子管式自記温度計により測定した本田生育期間の灌漑水温の推移は第2表に示した通りである。ベントナイト区・無処理区ともに常時冷水かけ流しのため漏水量（6月初めにおいてベントナイト区減水深12cm/日，無処理区25cm/日）に関係なくほぼ同様な水温の推移を示している。最高水温は午後1時で6月下旬と8月下旬に一時低下が見られたが，その他の期間は変異が少く低温区と中温区では3～4°Cの差，中温区と標準区では2～1.5°Cの差を示した。最低水温は午前4時で各区の差は2～3°Cで8月上旬まで各区とも徐々に上昇している。

2. 生育概況

1) 茎数

各処理区の茎数の推移を水温との関連で見ると第2図の通りである。

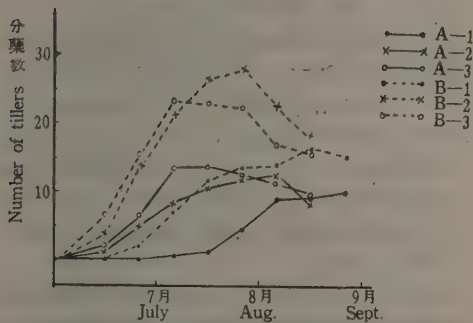
1区： 常時20°C以下の冷水かけ流しのため植いたみが激しく活着は著しく不良で，移植後25日頃まで葉を巻き葉色は暗黄色を呈している。その後徐々に立直りを示し水温の高い3区の最高分蘗期にあたる7月上旬頃からようやく分蘗を始め弱小分蘗が多い。

2区： 移植後2週間頃まで幾分生育は停滞しているがその後順調に分蘗を始め最高分蘗時の茎数は3区をはるかに凌駕して多蘗型となっている。最高分蘗期は3区

第2表 気温及び灌漑水温の推移(旬平均℃)

Table 2. Atmospheric and irrigated water temperatures during the plant growth (mean of ten days)

		6 月 June			7 月 July			8 月 Aug.			9 月 Sept.
		上旬 The first decade	中旬 The second decade	下旬 The last decade	上旬 The first decade	中旬 The second decade	下旬 The last decade	上旬 The first decade	中旬 The second decade	下旬 The last decade	上旬 The first decade
最高気温 Maximum atmospheric temp.		23.2	22.8	20.2	24.3	24.1	28.2	26.8	27.7	23.1	28.0
最低気温 Minimum atmospheric temp.		14.2	12.9	13.2	16.3	17.4	18.8	19.0	19.0	13.9	18.5
平均気温 Mean atmospheric temp.		18.7	17.9	17.8	20.3	20.8	23.5	22.9	22.4	18.5	23.3
日照時間 Sunshine hours		56.00	64.60	21.90	47.50	25.60	75.50	42.50	59.70	50.00	47.30
最高水温 Maximum water temp.	A-1	22.5	24.2	20.9	21.8	21.5	21.2	25.5	24.9	21.4	26.9
	A-2	25.0	29.6	24.6	28.6	28.0	29.8	29.8	28.1	22.7	28.9
	A-3	26.8	30.6	26.9	30.4	28.9	30.1	30.4	29.2	21.6	27.4
	B-1	21.1	23.9	20.0	21.4	19.8	19.7	20.8	22.7	19.5	22.9
	B-2	24.8	27.9	23.2	27.4	23.9	27.7	27.4	27.0	20.7	25.3
	B-3	26.5	29.8	25.0	28.4	26.9	27.2	27.2	28.0	21.2	25.3
最低水温 Minimum water temp.	A-1	13.9	13.5	13.3	14.6	15.1	17.7	16.1	16.2	15.9	16.5
	A-2	15.2	14.5	14.8	16.3	17.4	19.7	18.6	17.9	17.9	18.7
	A-3	15.9	15.1	14.8	16.6	18.5	21.6	19.3	18.7	18.4	19.9
	B-1	12.8	12.8	12.7	13.8	14.0	15.2	15.2	16.7	15.8	16.2
	B-2	14.1	13.5	13.1	15.2	15.6	16.8	18.7	18.9	17.2	17.7
	B-3	17.1	16.7	16.0	18.5	18.6	20.3	21.6	22.2	18.6	20.7
10時水温 Water temp. at 10A.M.	A-1	19.3	20.0	16.4	19.0	18.9	24.0	21.0	20.8	20.4	21.7
	A-2	22.6	24.1	20.1	24.3	23.9	27.6	23.8	22.6	21.4	22.9
	A-3	24.5	25.0	21.2	25.7	24.4	27.4	24.2	23.3	20.4	23.0
	B-1	19.3	19.0	15.9	19.0	17.2	17.4	17.4	19.1	17.6	18.0
	B-2	21.3	23.4	19.1	23.4	20.4	22.5	22.4	21.5	18.1	20.3
	B-3	22.8	24.2	20.7	23.9	22.3	22.7	23.4	23.3	19.9	21.6

第2図 基 数
Fig. 2. Number of tillers

に比べ約10日の遅延を示している。

3区 : 活着は極めて良好で特にベントナイト区では

土壌の理化学性が良好なため根の伸長・葉色ともに優れ
その後の基数の増加は頗る顕著である。

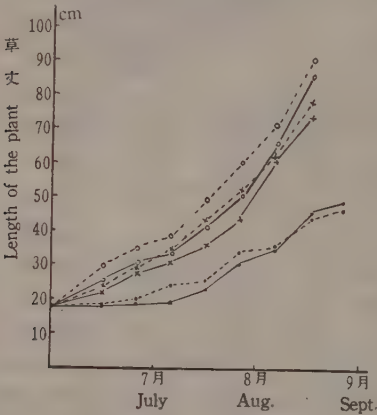
各区ともベントナイト区は無処理区に較べ良好な生育
を示し約10~12本の基数増加が見られ、一見して無処理
区との差は明らかである。各区の分蘖期間中の水温の推
移を第3表に示したが、平均水温は20℃以下では葉子の
発生が少く、24℃以上では分蘖と同時に伸長も行われる
ようである。

2) 草丈 : 第3図

草丈についても高低両温度区間の差は初期から極めて
著しく冷水の1区では明確な伸長期は認められず著しく
短程となっている。ベントナイト区は無処理区に較べ各
温度処理区とも全生育期間に亘って7~5cm勝っている。
水温と草丈・伸長の関係を第4表に示したが、各処
理区の伸長期間中の平均水温は約24℃以上と解される、

第3表 分蘗と水温の関係
Table 3. Relation of the irrigated water temperatures to the tillering.

処理区 Plots	平均水温 Mean temp. of the irrigated water (°C)	分蘗数 Number of tillers	分蘗始 First tillering date	最高分蘗期 Maximum tillering date
A-1	19.4	14.0	5th/VII	25th/VIII
A-2	22.6	17.0	15th/VI	5th/VIII
A-3	22.8	18.1	12th/VI	15th/VII
B-1	17.7	20.5	25th/VI	15th/VIII
B-2	20.6	32.4	12th/VI	25th/VII
B-3	22.6	27.4	12th/VI	5th/VII



第3図 草 丈
Fig. 3. Length of rice plant

第4表 伸長と水温の関係
Table 4. Relation of the irrigated water temperatures to the plant length

処理区 Plots	平均水温 Mean temp. (°C)	(1)	(2)	伸長期一出穂 期の草丈の伸長 Elongation degree between primo. and heading stages
		幼穂形成期 Primordial panicle formation date	出穂期 Heading date	
A-1	19.5	1st/VIII	25th/VIII	16.5
A-2	24.0	20th/VII	15th/VIII	31.4
A-3	24.8	20th/VII	15th/VIII	41.2
B-1	18.4	1st/VIII	25th/VIII	10.8
B-2	22.8	20th/VII	15th/VIII	26.4
B-3	24.0	20th/VII	15th/VIII	38.2

3) 出穂期

出穂状況は第5表に示した通りであるが、冷水処理に

よる分蘗期及び伸長期の遅延は出穂期にそのままひびき高温下程早く、且つ穂揃期間は短くなっている。冷水下では遅発分蘗茎が多く、そのため一株内で生育の進んだ主稈と遅れている分蘗茎が乱れた状態で生育を進めているので穂揃期間が著しく長くなっている。

第5表 出穂調査
Table 5. Status of the heading

処理区 Plots	出穂始 First heading date	出穂揃 Whole finished heading date	穂揃期間 Days of heading
A-1	25th/VIII	19th/IX	25
A-2	15th/VIII	29th/VIII	15
A-3	9th/VIII	17th/VIII	9
B-1	28th/VIII	15th/IX	18
B-2	16th/VIII	29th/VIII	14
B-3	10th/VIII	17th/VIII	8

4) 収量及び収穫物分解成績

調査結果は第6表・第7表に示した通りである。玄米収量については同じ3区においてベントナイト区は624 kgで無処理区に較べ44%の増収が得られた。2区では生育遅延のため稔実不良であり、3区に較べ約50%の減収であるが、なお明らかにベントナイトの効果は認められる。ことに冷水の1区でもベントナイト区だけが冷水の廻りの悪いところで僅少ながら稔実しているのが見られる。一方薬重では各温度処理間に大差は見られず、従って籾/薬比は低温下程低水温と比例的関係を示している。更に水温の低下に伴い稈長・穂長は短く千粒重・1ℓ重・一穂粒重は軽くなっている。各区ともベントナイト添加により穂数・薬重の増加は顕著である。

以上の結果から長期冷水灌漑下における水稻の生育は活着が著しく阻害され、しかも生育が遅延し遅発分蘗茎の多いいわゆる「短稈多蘗型」となり、出穂が遅延すると同時に穂揃期間が長びきこれらのかたよった生理条件が登熟不良に導いている。このような結果は冷害年次における生育経過並びに寺尾³⁰⁾・近藤¹³⁾・榎本³⁾・木戸¹¹⁾等の冷水下における水稻の生育経過とよく一致している。

上述のような生育経過をたどった水稻の栄養生理状態を解析するため同一試験圃場における水稻の養水分吸収及び有機成分の消長を生育時期別に解析した。

3. 生育時期別水分含量の変化

生育時期別に各部位の水分含量を測定した結果は第4図に示した通りである。移植後1区の葉身・葉鞘におい

第 6 表 収 量 調 査 成 績

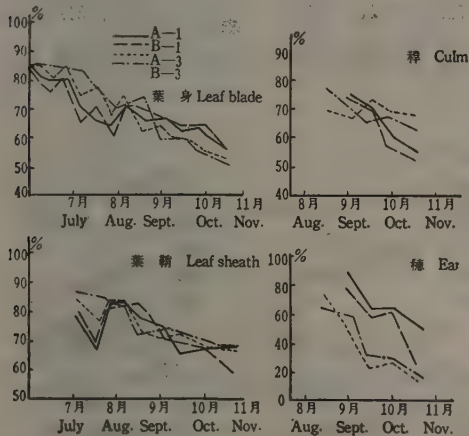
Table 6. Yields

処理区 Plots	精 粍 重 Weight of perfect grains (kg/10a)	玄 米 重 Weight of rice grains (kg/10a)	玄米1ℓ重 Weight of rice grains per litre (g)	藁 重 Weight of rice straw (kg/10a)	玄米千粒重 Weight of 1000 rice grains (g)	青米粒比率 Percentage of immature grains (%)	粍/藁比 Weight ratio of grains /straw
A-1	—	—	—	537.0	—	—	—
A-2	350.0	280.0	792	692.0	20.5	6.2	0.57
A-3	542.0	431.0	788	647.0	22.0	2.6	0.91
B-1	33.3	26.5	780	809.0	19.6	14.1	0.11
B-2	447.0	349.0	795	1048.0	21.0	5.4	0.46
B-3	813.0	624.0	792	1090.0	21.6	2.5	0.76

第 7 表 収 穫 物 分 解 調 査 成 績

Table 7. Analysis of harvest plants

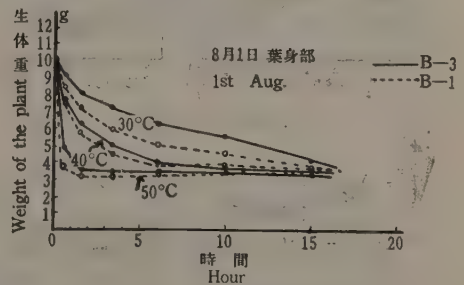
処理区 Plots	藁 重 Weight of rice straw (g)	穂 重 Weight of ears (g)	穂 数 Number of ears	穂 長 Length of ears (cm)	稈 長 Length of culms (cm)	平均1穂粒数 Number of grains per ear	平均1穂重 Average weight of ear (g)
A-1	13.9	4.7	9.4	13.4	56.5	56.6	0.59
A-2	20.7	13.4	13.0	15.8	81.5	56.8	1.02
A-3	22.3	21.8	14.0	16.5	98.0	61.9	1.55
B-1	22.3	9.5	21.3	13.3	66.1	47.2	0.45
B-2	40.1	18.9	23.1	15.4	93.0	60.2	0.82
B-3	36.0	29.1	21.2	16.2	98.7	63.2	1.38

第4図 水分含量
Fig 4. Moisture content

で著しく低下し7月下旬まで減少を続け3区との差は約10~13%にも及んでいる。しかし、その後地水温の上昇による分蘗の増大とともに急激な増加が見られ、出穂期を契機として脱水の方向に向ふ3区の穂体とは逆に収穫

期まで高い水分含量を保持している。一方3区の稈部では出穂後収穫期まではば一定の含量を保っているに反し、1区では同化物質が穂に移行せず茎葉部に蓄積し水分含量は著しく低くなっている。

次に8月1日の1区並びに3区の葉身部と葉鞘部を30°C・40°C及び50°Cの各温度段階で水分を測定し水分減少状況を求めた結果は第5図に示した通りである。即ち

第5図 水分脱水曲線
Fig 5. Variation curves of the moisture content of leaf blades at the various temperatures

50℃区では1.5時間でほとんど100%脱水し1区・3区とも大差は認められないが、40℃区では1区の水分は3区のそれより脱水されやすく、30℃区では更にその傾向が大きい。このことは生育相の違いもあるが、3区の稲体ではコロイド状の結合形態にある水分が多く1区では遊離しやすい状態のものが多くと解される。

4. 無機成分の消長

1) 実験方法

乾燥試料1〜2gを60% HClO₄により湿式分解¹⁾し各成分を定量した。

2) 実験結果

活着期及び生育時期別無機成分は第8表及び第6図に示した通りであるが、これを次の3群に分けて概略を述べると次のとおりである。

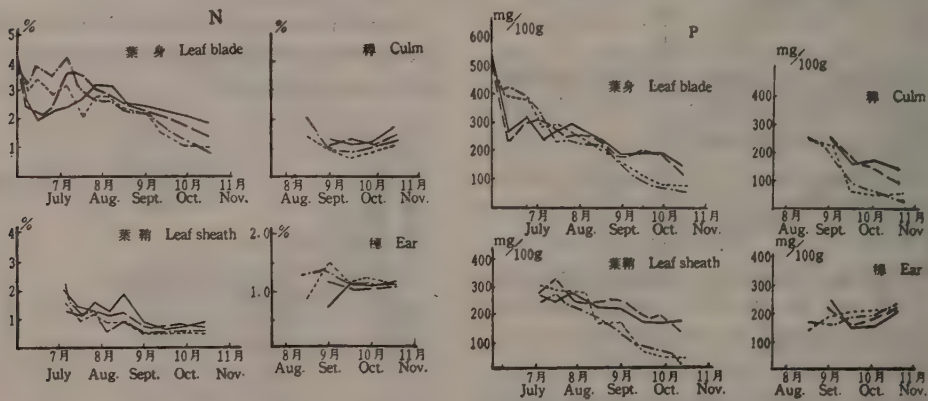
a. N・P・K及びS

移植による根端の切断のため養分の放出が行われ新根が発生するまではほとんど養分の吸収がないので、これらの成分含量の一時的低下あるいは停滞が見られるが、活着と同時に急激に上昇し分蘗最盛期頃にはほぼ最高の値を示している。冷水の1区では移植後の含量低下が激しく且つ長期間に亘っている。しかし、7月上旬頃から地・水温の上昇に伴って土壤中の残存養分及び有効化された養分を徐々に吸収し、この時から3区の水稲体に比し濃度が逆転している。このことは高橋^{2B)}・若生³²⁾の報告とも一致するものである。従って生育後半でのこれらの成分含量の増大は同時に弱小分蘗の発生・生育遅延更に

第 8 表 活着時の体内成分の消長 (100本当り)

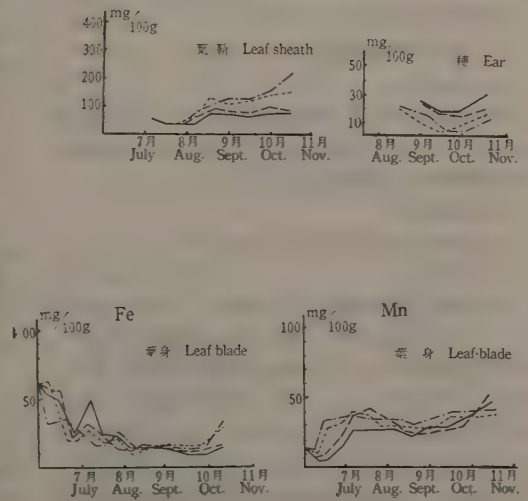
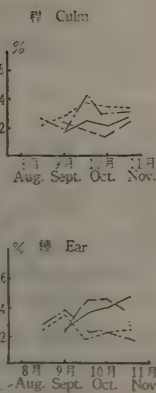
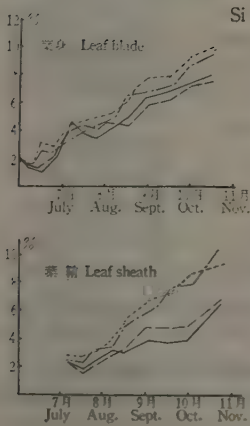
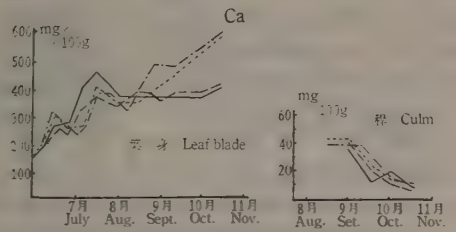
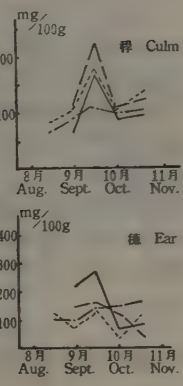
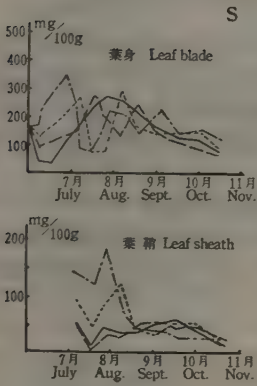
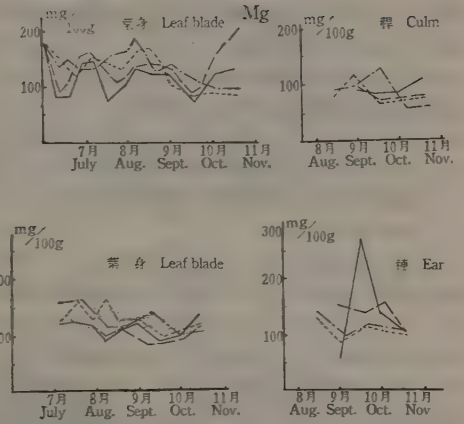
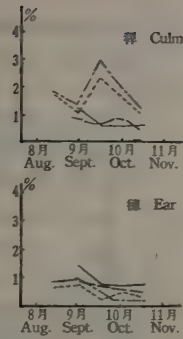
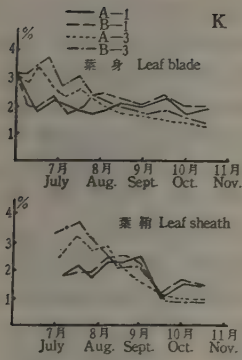
Table 8. Variation of the contents of the organic and inorganic constituents at the rooting of rice plant (per 100 plants)

	生体重 Weight of rice plants	乾物重 Dry weight of rice plants	水分量 Amount of water	澱粉 Starch	可溶性 糖類 Soluble sugar	全窒素 Total-N	可溶性窒 素 Soluble -N	T.C.A.可 溶無機態 磷酸 T.C.A. soluble inorg-P	T.C.A.可 溶有機態 磷酸 T.C.A. soluble org-p	T.C.A.不 溶磷酸 T.C.A. insol.p	K	S
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)
苗 Seedling	60.3	10.8	49.5	1.38	0.31	462	73	31.9	11.1	18.4	292	17.8
A-1	59.3	11.7	48.3	0.52	0.68	322	65	15.7	5.9	14.3	276	4.7
A-3	71.5	11.0	61.5	0.32	0.91	325	76	19.5	11.4	10.3	312	15.9
B-1	61.0	12.5	48.5	0.70	0.65	316	66	19.9	8.8	14.9	266	7.9
B-3	81.0	12.5	69.5	0.63	1.11	398	139	14.3	33.4	7.6	395	25.1



第6図 生育時期別無機成分含量

Fig. 6. Contents of mineral nutrients of rice plant at the successive growth stages (per 100g dry matter)



登熟不良を伴っている。次に3要素の前月の移行量/全吸収量の比を見ると3区では $N61.0\% \cdot P82.5\% \cdot K24.0\%$ に対し1区でそれぞれ $22.8\% \cdot 30.8\% \cdot 7.9\%$ で穂への移行が著しく悪く収穫期の茎葉に多く蓄積¹²⁾していることが知られる。これらの4成分は何れも主要構成成分であり、またエネルギーの供給蓄積に特に関与している点から分蘗の発生など蛋白代謝には必須の要素である。

b. Mg及びSi, Ca

これらの成分は上述のグループとは逆に主として伸長期以後の後半に吸収され、ことに後二者は細胞膜充填物質といわれている。Siは生育の進行に伴って増加し常に3区が高く伸長期以後では特にこの傾向が顕著である。CaはSiとはほぼ同様な消長を示しているが、他の成分と異なり1区では移植後その含量が増加し伸長期まで3区より高い含量を示している。しかし、伸長期以後は3区の著しい含量増加に較べ殆んど増加は認められない。Mgは前二者とは少し異なった傾向で幾分Pと似た消長を示し生育期間中はほぼ一定である。1区では初期の含量低下が著しく逆に出穂期以後では高くなっている。このようにMgとPでは類似の、PとCaは相反的な消長を示している。

c. Fe, Mn

比較的微量しか吸収されない成分であるが、石塚⁹⁾が示した通り両者の間には対象的な関係が認められる。すなわちFeは生育とともに減少を続け含量の変動も少いようで、生育前半では1区においてむしろ高くなっている。一方Mnについては活着時一時低下するが、生育とともに増加している。生育初期では1区の低下が激しいようでFeと対象的である。

5. 窒素化合物の消長

1) 実験方法

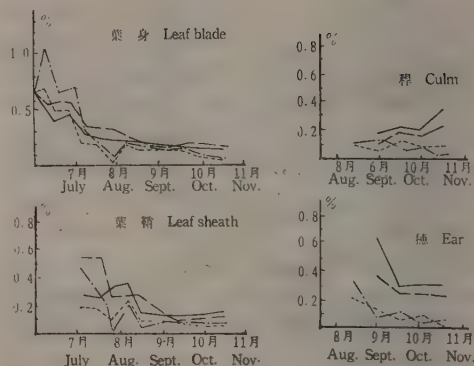
各処理区の水稲を生育時期別に採取しそれから新鮮試料5gを取り80°Cで15分間抽出し、水溶性及び非水溶性の両形態窒素に分別定量した。

2) 実験結果

各部位別含量は第7図に示した通りである。

a. 水溶性N

3区の穂体では活着時に全Nが減少しているにもかかわらず、逆に水溶性Nは一時的に著しく増加している。その後分蘗の増加とともに急激に減少し伸長期に至ってほとんど認められない。しかし、出穂20日前頃から葉身部のNが移行のため再び増加を示し、その後収穫期迄はほぼ一定の含量を保持している。一方1区では活着時の一時的な増大・分蘗期から伸長期への急激な減少等の推移

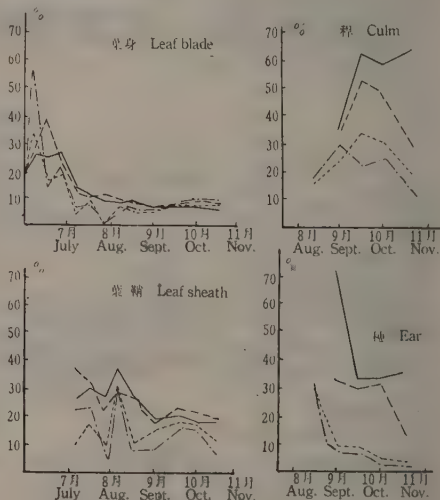


第7図 可溶性窒素素
Fig. 7. Contents of soluble-N

は見られず、緩慢な低下を示し各部位とも7月上旬以後は終始3区に較べ高い含量を示している。冷害時の水稲に低分子窒素化合物の集積の著しいことは藤原⁶⁾により報告されているが、冷水灌漑水稲においても同じ結果が認められた。

b. 水溶性N : 非水溶性Nの比率

3区では生育の進行に伴ってこの比率は特徴のある推移を示している。第8図に示した通り活着時では不溶態



第8図 可溶性窒素素 : 不溶性窒素素比
Fig. 8. Ratio of soluble-N/insoluble-N

Nの分解が激しく水溶性Nが増加してその比率は55%にも達し、分蘖を始める前の体内での体構成基礎物質濃度の増大が推測される。逆に分蘖の増加とともに急激に非水溶性Nが増加して伸長期の葉身部ではその比率は2%までに低下している。葉鞘部では葉身部に比べその比率は常に高く特に出穂10日前頃では著しく高まり穂の形成・発育に関与しているものと解される。一方1区では生育の初期は著しい変動は認められないが、活着期以外全生育期間に亘ってこの比率は3区より高くなっている。特に葉鞘部・稈・穂においてこの傾向が著しく蛋白合成機能の低下が推定される。

6. 磷酸化合物の消長

従来原形質構成成分としての磷酸の意義はかなりよく知られているが、最近磷酸化合物の生理的役割に関する知見が生化学的に著しく進み、光合成過程の中間生成物としての磷酸化合物・核酸などの形成、更に呼吸過程における高エネルギー磷酸化合物は化学エネルギーの貯蔵・伝達などに最も重要な役割を果していることが報告されている³⁴⁾。従って水稲の生育過程に磷酸化合物がどのような消長を示して生体反応に関与しているかを検討するためSchneiderの磷酸分別定量²⁵⁾に準じ分析を行った。

1) 実験方法

新鮮試料5gを10%冷T.C.A.溶液で磨細し可溶態Pと不溶態Pに分け、更に可溶態Pは無機P及び可溶態有機Pに分別した。

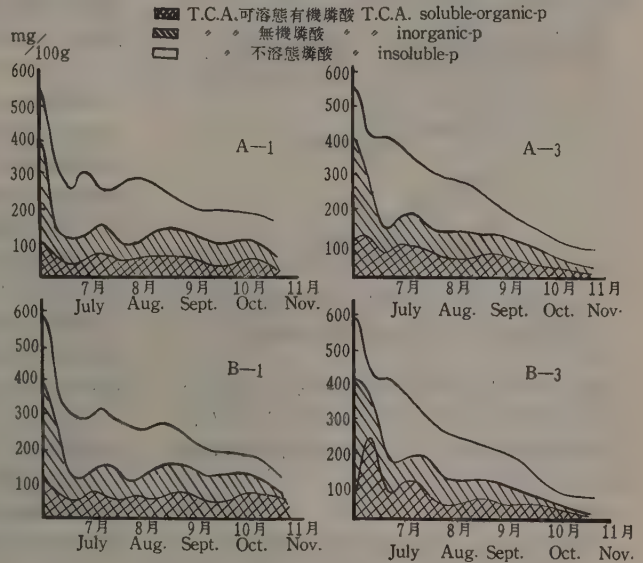
2) 実験結果

各処理区の部位別含量は第9・10・11図に示した通りである。

a. T.C.A可溶態P

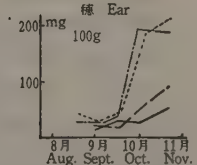
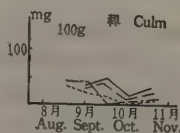
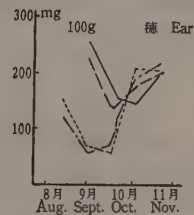
この部分には無機Pと有機P(低分子磷酸化合物、磷酸エステル)が含まれているが、活着時では3区、特にベントナイト区は有機態Pが著しく増加しているのに対し、活着不良の1区では逆に減少している。この部分のPは1区・3区とも可溶態Nと最も類似した消長を示し蛋白質の形成に関与していると解され分蘖期頃より徐々に減少している。幼穂形成期以後の葉身部ではこの部分のPの顕著な動きは見られず、むしろ葉鞘部・稈部で明確な消長を示している。穂部においては出穂時から乳熟期

までは全磷酸のほとんどが不溶態Pとして存在し、可溶態Pは少く、しかも、その大部分は無機Pである。しかし、これが糊熟期を境として穂部のほとんどのPは可溶態有機Pとして澱粉の合成により遊離される無機Pを捕

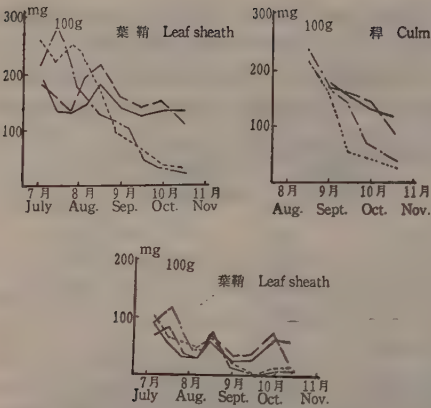


第9図 形態別磷酸含量(葉身部)

Fig. 9. Contents of various phosphorous fractions in the leaf blade (air dry basis)



第10図 T.C.A.可溶態全磷酸含量(乾物)
Contents of T.C.A. soluble-P (air dry basis)



第11図 T.C.A.可溶態有機磷酸含量
Contents of T.C.A. soluble organic-P

捉、反応系外に出して澱粉の蓄積を推進しているものと解される。冷水下ではその殆んどが無機Pとして存在しているのが特長である。これらの磷酸形態の消長は藤原の成績とも一致しよう⁵⁾。

b. T.C.A不溶態P

この部分は主として原形質構成磷酸（蛋白態P、リビッド態P）と考えられる。3区では活着時一時低下して

いるが、分蘗の増加とともに急速に増加し細胞の構成に役立っているものと解される。1区では初期その含量は低いが後期まで高い含量を示し生育遅延とよく一致した結果である。葉鞘部・穂部ではこの部分のPは殆んど存在せず、穂部では出穂期から糊熟期までその主要部分を占めているがその後急速に消失している。

7. グルタチオン・アスコルビン酸の消長

生体内においてはグルタチオンのSH基はエネルギーの生産、光合成の還元力の保持ことに蛋白合成にも必須の代謝物質となっている^{4), 26), 33)}。従って蛋白生成に直接関与するであろうとの観点からグルタチオン・アスコルビン酸の消長を検討した。

1) 実験方法

新鮮試料5gを5%メタ磷酸液中でホモゲナイズし、5倍稀釈液になるように蒸留水を加えその液について、還元型グルタチオンはKIO₃滴定法により、還元型アスコルビン酸についてはインドフェノール法により定量した。更に総グルタチオン・アスコルビン酸についてはH₂S還元を行ってそれぞれの方法に従い定量した。

2) 実験結果

生育の進行に伴う還元型・酸化型グルタチオン及びアスコルビン酸、また還元型/酸化型の比率については第9表に示した通りである。

第 9 表 グ ル タ チ オ ン の 消 長
Table 9. Variation of the content of glutathion

1. 還元型グルタチオン 0.001 N KIO₃ ml/生体1g
Red- Glutathion (ml/raw material 1g)

		1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%
葉 Leaf	B-1	4.30	5.0	5.2	3.5	12.5	8.2	8.1	6.7	7.0	7.6	6.4	9.5	7.5
	2	"	7.0	4.1	3.0	15.4	7.4	6.8	5.5	5.4	4.8	5.9	7.6	5.5
	3	"	4.5	4.3	4.4	15.0	7.0	6.5	4.1	5.7	4.4	5.2	4.9	4.2
茎 Stem	B-1	—	—	—	—	3.2	1.3	1.5	1.6	0.62	1.2	1.3	1.9	1.4
	2	—	—	—	—	3.1	0.9	1.1	0.75	0.50	0.97	1.5	1.0	0
	3	—	—	—	—	1.5	0.4	0.77	0.60	1.3	0.63	1.1	0.03	0
穂 Ear	B-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	1.5	0.94
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.4	3.8	1.1
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	0.52	2.6	7.5	2.9	0.49

2. 酸化型グルタチオン 0.001 N KIO₃ ml/生体 1g
Oxi-glutathion (ml/raw material 1g)

		8.5	0	2.8	6.3	4.0	9.2	11.9	11.8	18.0	2.2	10.1	10.9	2.86
葉 Leaf	B-1	8.5	0	2.8	6.3	4.0	9.2	11.9	11.8	18.0	2.2	10.1	10.9	2.86
	2	"	0.2	0.9	3.2	1.6	10.3	7.0	13.0	13.3	4.0	7.6	12.0	1.1
	3	"	0.5	0.7	3.0	0.5	1.8	4.6	21.9	3.8	7.6	4.9	5.8	1.0
茎 Stem	B-1	—	—	—	—	3.1	1.8	1.3	0.65	2.1	1.3	2.6	1.6	0.71
	2	—	—	—	—	3.9	3.1	1.5	0.79	1.3	0.84	1.7	2.2	2.10
	3	—	—	—	—	4.8	2.6	2.4	0.72	2.1	2.4	1.8	2.9	3.6
穂 Ear	B-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.58	1.3	1.3
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.1	2.4	1.6	0.53
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	2.1	0.66	2.7	0.61	1.1

3. 還元型グルタチオン/全グルタチオン (%)

Ratio of red- glutathion/total glutathion (%)

		1%	7%	15%	25%	5%	15%	25%	5%	15%	25%	5%	25%	7%
葉 Leaf	B-1	33.8	100	65.0	35.2	75.4	47.2	40.1	36.2	28.0	78.0	38.8	46.6	72.4
	2	"	98.2	82.0	48.2	90.5	41.8	49.3	29.8	28.9	54.2	43.7	38.7	83.0
	3	"	90.0	86.0	62.4	96.6	79.5	58.6	16.4	60.0	36.7	46.0	45.8	80.6
茎 Stem	B-1	—	—	—	—	51.2	42.0	54.0	70.5	23.2	48.0	38.7	58.7	66.6
	2	—	—	—	—	44.3	24.8	42.3	43.7	27.2	53.6	47.7	31.4	0
	3	—	—	—	—	24.0	13.3	24.2	45.4	39.0	22.4	36.7	10.2	0
穂 Ear	B-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53.6	42.7
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65.4	69.0
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	19.9	41.1	64.2	82.7	31.0

4. 還元型アスコルビン酸 mg/生体100g

Reduced ascorbic acid mg/raw material 100g

		1%	7%	15%	25%	5%	15%	25%	5%	15%	25%	5%	25%	7%
葉 Leaf	B-1	5.54	5.87	5.82	3.74	14.2	9.9	19.6	15.1	9.2	10.6	10.7	7.5	6.4
	2	"	4.75	4.80	2.91	14.2	7.6	16.6	10.2	6.8	8.0	9.2	6.0	4.5
	3	"	4.60	4.14	2.22	12.8	6.8	16.0	7.3	8.0	5.9	7.8	3.3	6.9
茎 Stem	B-1	—	—	—	—	1.3	—	1.12	0.64	0.64	0.90	1.1	0.92	0.7
	2	—	—	—	—	0.86	—	0.40	0.23	0.63	0.61	1.1	0.61	0
	3	—	—	—	—	0.64	—	0.66	0.38	0.59	0.48	0.85	0	0
穂 Ear	B-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.58	0	0.12
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.66	0.30	0.82	0.38
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1.22	1.32	0.25	0.72	0.14

5. 全アスコルビン酸 mg/生体 100g

Total ascorbic acid mg/raw material 100g

		1%	7%	15%	25%	5%	15%	25%	5%	15%	25%	5%	25%	7%
葉 Leaf	B-1	—	—	—	—	14.3	16.8	20.0	14.6	14.2	8.6	16.0	12.1	7.2
	2	—	—	—	—	15.4	13.1	13.9	12.1	9.4	5.4	10.7	11.2	5.5
	3	—	—	—	—	33.8	7.1	10.0	9.9	8.9	6.2	10.0	5.2	10.5
茎 Stem	B-1	—	—	—	—	36.3	0.99	1.30	0.86	1.24	2.16	1.4	2.0	0.80
	2	—	—	—	—	6.5	1.32	0.74	0.51	0.74	0.88	1.4	1.14	0.45
	3	—	—	—	—	6.7	0.71	0.81	0.57	1.65	1.14	0.88	3.22	0.27
穂 Ear	B-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.62	0.77	0.41
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.45	3.16	1.77	0.37
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.20	2.16	8.00	0.27

a. 還元型グルタチオン

葉身部では活着時から分蘖始期にかけてはほぼ一定の含量を示しているが、分蘖最盛期頃に最高の値を示し以後生育とともに徐々に減少している。低温下では同様な傾向を示しているが後期までその含量は高い。基部では葉身部の1/2以下の含量であるが、出穂期頃一時的に増加しその後は痕跡程度である。また低温下程その含量高く後期まで持続している。穂部では出穂後20日頃まで急激に増加して最高の値を示しその後急激に減少しているが、低温下ではその変動も小さく登熟不良と関連が深いようである。

b. 酸化型グルタチオン

移植とともに急激に減少して分蘖期間中ほとんど痕跡程度となるが、伸長期頃から増加して概して生育後半に

高い含量を示している。1区では3区と略同様な傾向が見られるが生育期間中の変動は小さく伸長期までの生育前半の含量は3区に較べ高いことが注目される。基部では伸長期まで葉身部よりむしろ高く、穂ばらみ期では葉身部と対比的に一時低下しているが1区では逆に終始低くなっている。

c. 還元型グルタチオン/全グルタチオンの比率

葉身部では活着期から分蘖期の終りまでそのほとんどが還元型として存在し、その比率も90%前後を示しているが、伸長期以後は逆に酸化型として存在する部分が多い。1区では活着時をのぞき生育初期から終始酸化型の占める割合が大きい。また全生育期間中の変動も少いようである。基部では葉身部に較べその比率は低く酸化型が大部分を占めているが、穂ばらみ期から出穂後2週間

頃まで還元型が一時的に増大している。しかし、その後はほとんど酸化型として存在している。低温下では葉身部と逆に常にその比率は高く成熟期まで還元型の占める割合が高い。

d. アスコルビン酸

還元型アスコルビン酸は7月5日・7月25日の2回に急激に増加しているが、その他の時期ではほぼ一定の含量を示している。低温下では終始高くなっている。茎部ではグルタチオンと同様葉身部の $1/10$ 以下で後半ではほとんど痕跡程度である。還元型アスコルビン酸/全アスコルビン酸の比率はグルタチオンの場合と較べて相反的傾向を示し生育初期は酸化型として、後半は還元型の占める割合が大きくなっている。1区では全生育期間に亘って還元型である。従ってグルタチオンとアスコルビン酸は互に共軛しているものと解されるが、この共軛がみだれ低温下では酸化還元が順調でないと解される。

8. 炭水化物の消長

1) 実験方法

粉碎試料0.2~0.5gを80%アルコールで反復抽出後アルコールを除却、除蛋白をして Somogyi 法により還元糖を定量した。更に上述の液に一定量の2.5% HClを加え加水分解後全糖を定量して、還元糖との差を非還元糖とした。澱粉の定量にはアルコール抽出残渣を糊化後タカジアスターゼ法に従い、またヘミセルローズ系炭水化物は澱粉定量残査を更に0.7N HCl液で加水分解後定量した。

2) 実験結果

各形態別炭水化物含量の消長は第12図に示した通りである。各形態について概略的に見ると

a. 可溶性糖類

還元糖・非還元糖の消長はほぼ同様な傾向を示している。即ち、葉身部・葉鞘部では7月上旬・8月下旬に稈部では出穂期、穂部では出穂後2週間頃が最高含量を示しているが、何れも成熟とともに減少している。1区では3区に比べ7月以後成熟期まで高くなっている。還元糖・非還元糖の比率を見ると葉身部・稈部では非還元糖の占める割合が著しく大きく、逆に葉鞘部・穂部では還元糖の占める割合が大きい。

b. 粗澱粉

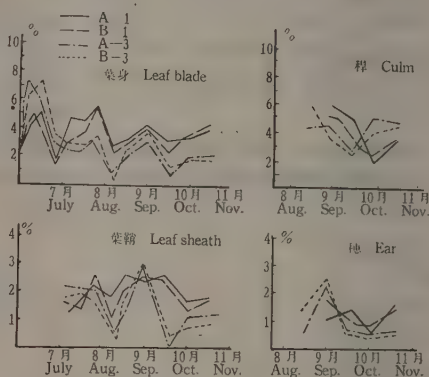
苗のもつていた澱粉は移植により急激に減少するが、活着後同化能力の回復とともに一時的に増加する、しかし、その後葉身部では最高分蘗期の7月上旬頃から出穂前10日頃まで一時的に澱粉の貯蔵器官として働くが、以後急激に減少して同時に稈部で最高濃度に達する、更に

出穂後15日頃から穂に移行を始めるが、この量は収穫時の穂部の澱粉蓄積量の約13%で品種の早晚性によりもちろん異なるが村山¹⁷⁾・片山¹⁰⁾等の成績と一致した結果である。冷水下では出穂後も殆んど穂に移行せず収穫物の葉鞘部・稈部に著しく蓄積してその含量は約35%にも及んでいる。

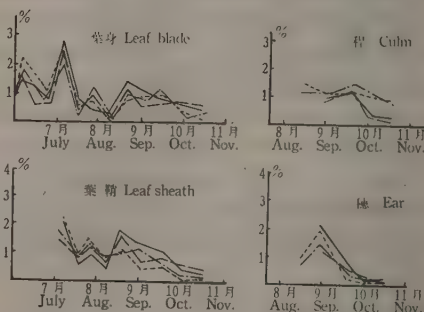
c. ヘミセルローズ系炭水化物

この部分に含有される炭水化物はヘミセルローズ・ペントザン・セルロースの一部など一次細胞膜の構成物と考えられる。葉身部では逆にこの時期に著しい澱粉の集積と同時にヘミセルローズの濃度は低下している。一

第12図 生育時期別炭水化物含量の消長
Fig. 12. Contents of various carbohydrates in rice plant at the successive growth stages (air dry basis)



1. 非還元糖含量 Contents of non-reducing sugar



2. 還元糖含量 Contents of reducing sugar

4. 考 察

漏水の著しい腐植質火山灰水田において冷水灌漑された水稻の生育様相を解析して冷水灌漑水稻の体内代謝に関する消息を明らかにし、冷水及び冷害対策に対する基礎資料を得る目的で本試験を施行した。

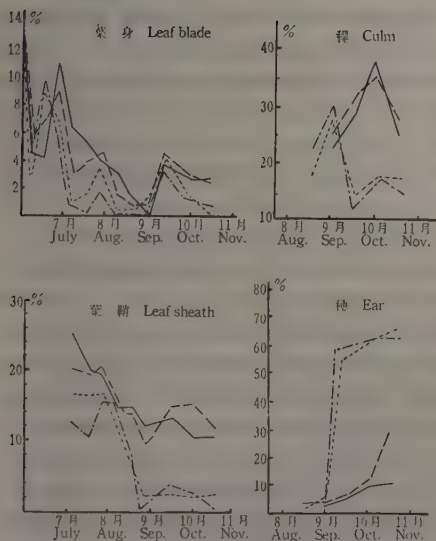
まず水温と水稻の関係を見ると次のとおりである。

1. 水温と水稻の生育経過

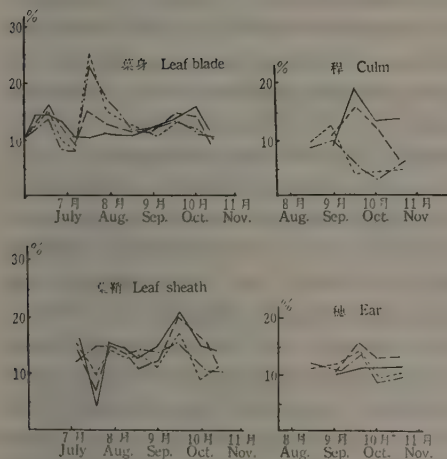
水稻の生育に対する冷水の影響は既に多くの研究者⁴⁾ 11), 13), 19), 29), 31) によりかなり明確に報告されているが本実験においてもこれらとほぼ同様の結果が得られた。即ち、冷水下で生育した水稻の生育様相は活着が著しく遅れ分蘗が停滞し、標準区の最高分蘗期にあたる7月中旬頃からようやく分蘗を始め生育の後半で弱小分蘗が多くなっている。葉子の発生は平均気温 15°C 以上といわれるがこの場合の水温は最低水温 15°C 、10時水温 19°C 前後からでそれ以下の冷水では生育は停滞した状態である。更に分蘗最盛期の水温は最低 17°C 、10時 22°C 、最高 26°C 前後の条件下であり、各処理区ともこの範囲の水温では著しい分蘗の増加を示している。また最低 20°C 、10時 24°C 、最高 28°C 以上の条件下では分蘗が抑えられ無効茎が増加し、稈の伸長が旺盛になるようである。従って比較的長く冷水に処理された2区は分蘗の発生期間が長びき水温の高い3区に比べ分蘗総数ははるかに多く、逆に伸長が抑制されて短稈多蘗型となっている。しかも冷水により遅発分蘗が多く株内で主稈と分蘗茎との生育相の差が大きいため、穂揃期間が長びき、みだれた状態でただら生育を進めている。その結果稔実不良で収量は著しく低下していわゆる冷害の様相を呈している。このような現象は冷害年次における水稻の生育様相とほとんど一致している。

2. 養分吸収及び養分濃度の推移

上述のような生育経過を示した水稻は健全に生育した水稻に比べ養分の吸収状態が異っている。水稻の無機養分の吸収は気温・地水温・日照などの気象的要因により支配されていることは高橋²⁸⁾ により詳細に報告され、また冷害気象（低地水温・寡照）下の養分吸収状況は高橋²⁸⁾・若生³²⁾らにより研究されている。冷水灌漑下では地上部は気象的には健全状態と同一環境であり、地下部だけが低温におかれ一般の低温・寡照を伴う冷害時とはやや異なった環境である。しかし、低温による根の呼吸作用の低下に伴うエネルギー供給の不円滑・養分吸収の減少・更に転流の抑制などに関しては冷害時とほぼ同一と見られよう。



3. 澱粉含量
Contents of starch



4. ヘミセルロース含量
Contents of hemicellulose

方1区ではこの部分の炭水化物の変動は少く各部位に亘って最後までほぼ一定の含量を示し、分蘗が長びき伸長が抑制されたことと一致した結果である。

一般に水稻は移植時根端が切断されているため新根の発生まで約3～5日間殆んど養分を吸収せず、むしろ養水分濃度の低下が見られるが、新根の発生と同時にN・P・K・Sなどの養分を急速に吸収して濃度は高まっている。冷水下の場合には移植期の低下は著しくその上この傾向は長く持続している。冷水による養分含量の減少の割合はPと水分が最も著しく、次いでN・S・Kなどの移動性成分が大きな影響を受け、Ca・Si・Feなどでは健全なものとは大差なく逆に濃度的には高くなっている。このような結果は三井¹⁶⁾の呼吸阻害剤による研究、岡島²⁴⁾・馬場²⁵⁾のH₂S害などによる養分吸収阻害の現象と非常に類似した結果で、P・N・S・Kなどの養分はエネルギー代謝に結びついて吸収され濃度の制約を受けるが、Ca・Siでは温度の制約を受けることが少ないようである。更にPが体内においてエネルギー代謝と密接に関連している点から、冷水下における著しいPの吸収阻害は体内のP代謝を主体とするエネルギー回転をますます不円滑にしているものと解される。P含量の高い苗は冷水下においても順調なエネルギー回転を行い得るようであり、P含量の低い苗に比べて発根力・活着・養分吸収は著しく旺盛であることからこれらのことは考えられる²¹⁾。また高橋はアニオン吸収に対する温度係数は培地の濃度の高い方が低くなるということをワーナーの文献から引用しているが、冷水下で多量のPを施肥するとよく吸収され、これにより養分吸収も順調で初期生育が良好になっている²¹⁾。

以上のように冷水の影響は生育の初期において、H₂O>P>S>N・K>Mg>Si・Caの順に養分吸収が抑えられているのでこの順に従って体内濃度は低下している。しかし、長期冷水灌漑においてはこのような吸収抑制は冷水という条件が強く支配している生育の前半に大きくあらわれ、生育中期以後では冷水に順応した生理状態により攪乱されて逆にN・Kなどの養分吸収を促進させるような結果になっている。従って健全な水稻とは異なった養分吸収、濃度の推移を示して来るようである。即ち3区では最高分蘗期頃にN・S・P・Kなどの濃度は最高含量に達し以後徐々に低下を続けて、出穂期以後では穂への移行に伴って低下している。またSi・Caは伸長期以後では茎葉の表皮組織に沈着して含量は高くなっている。ところが冷水下では7月に入って地水温のわずかの上昇によって土壤中の残存養分あるいは有効化された養分を吸収し、次第に濃度は高まり幼穂形成期以後では3区と逆転して最後まで高い濃度で推移している。このような養分吸収のパターンは遅発分蘗基の発生を促し、同

化物質の穂への移行を低下させて登熟不良に導びいているので収穫物の葉にN・Pなどの養分濃度が高くなっている。しかもSi・Caは生育の初期は高いが、その後終始低く中期以後のN濃度・水分の増大と関連して組織は軟弱となりイモチ病などの発生の危険性を含んでいるのである。これらの点に関しては若生の冷水灌漑試験とよく一致した結果であり、更に冷害時の収穫期の葉を分析した木内¹²⁾の成績ともよく一致している。

3. 冷水灌漑水稻の栄養生理上の特性

冷水下において生育遅延をひき起し登熟不良となっている水稻の生理状態を生育時期別に考察してみよう。

活着時の水稻体内成分の消長は第8表に示した通り移植後一週間では乾物重の増加はほとんどみられないで、体内成分においては澱粉・蛋白質が低分子有機成分即ちT.C.A可溶性有機態P・可溶性N・可溶性糖類に変わりこれらの化合物物を使用して新根の発生を促し養水分吸収の場を拡大している。この結果水分・N・P・S更にKなどの無機成分の吸収を促進して細胞増殖への素材を提供し次の分蘗期への場を完成していると解される。新根の発生は同時に葉の形成を意味すると思われ、これらは導管により連絡していると解されるが、更にこの葉の形成は葉子の分化と同一である。

ところが冷水下では三井¹⁵⁾・長尾²³⁾により示されている通り呼吸量が著しく低下しこれに伴って体内は酸性に傾きエネルギーの供給が不円滑となって養分吸収が極度に抑えられ細胞は脱水状態を呈している。活性な反応系としてのチトクローム呼吸系・有機酸サイクルなどを含んだ顆粒ミトコンドリアはその状態を維持するため多量のエネルギーを必要として細胞液に分散しているが、³⁵⁾・²⁷⁾ 低温あるいは冷水下では極めて不安定となりその機能を著しく弱めていると解される。従って新根の発生はほとんど見られないでN・S・K及びPなどの代謝と密接に関連して吸収される無機成分は根から一部逆に消失している状態である。しかも澱粉・蛋白質が消失している割合には可溶性の成分も少く、呼吸によって得られたエネルギーは低温下においては正常な代謝系とは別にエネルギーをむだに消費する系に流れていることが推測される。かような結果から冷水灌漑地帯あるいは初期の低温時には水苗よりは折衷苗・畑苗におけるようなポテンシャルの高い苗を使用して活着の良化を計ることが望まれるのである²¹⁾。

次に分蘗期についてみるとこの時期は外見上葉の数を増加する時期であり、体的には細胞分裂・増殖などに使用される蛋白質の合成が極めて旺盛で、3区では活発

に養水分吸収を行い蛋白の必須構成成分としてのN・S・P及び水分の含有濃度も吸収量も著しく高くなっている。特にグルタチオンのSH基は細胞の増殖・分裂に必須の代謝物質と想定され、更に生体内での蛋白生成に対しては重要な役割を果しているが³³⁾、分蘗期にはこの活性が著しく増大しているのである。かように蛋白代謝の盛んな分蘗期には体内は有機酸酸性のためpHはやや低く還元的で水分含量が高い状態にある。

一方冷水区では呼吸量の低下・養水分吸収の抑制などにより植物体全体としては著しく澱粉が蓄積し、葉では標準3区の6倍、葉鞘では2倍に及んでいる。その上エネルギーの不円滑・水分吸収の抑制及び結合水の喪失は蛋白質・核酸などの生体高分子の存在を不利にし³⁵⁾、これがため代謝活性の著しい低下あるいは組織機能の質的变化を生じていると解される。その後7月中旬頃から気・水温の僅少の上昇があるので土壌から有効化してくるN・Pを吸収し体内濃度が高まると茎部に蓄積した炭水化物と相まって徐々に分蘗を開始するに至るのである。従ってこの時期では冷水区の稲体に可溶性N・還元型グタチオン・有機態PとSあるいは水分等の蛋白の合成に必要な代謝物質の濃度が高く、8月上旬以後までこれが継続する状態が見られるのである。このため遅発分蘗茎の発生を促し分蘗期間が長びき形態的に多蘗型となるのである。しかも冷水区では正常の稲体に較べ低分子N化合物のアミノ酸・アミドなどが多く^{可溶性N/蛋白態N}の比は各部位に亘って絶えず高く蛋白合成能力の低下が見られるが、さらに伸長期における追肥窒素はこれを助長している。また分蘗最盛期でも澱粉の蓄積は著しく炭水化物も窒素化合物もともに高い植物体となっているが、このような場合既に伸長期に入った主穂と蛋白代謝の旺盛な遅発分蘗茎が一株内に共存しているためこれが穂揃期間を長びかせる結果となっている。冷水灌漑された水稲はこのような状態にあるのが特徴である。

次に伸長期については7月中旬に入って水温が著しく上昇すると3区では生産される糖が土壌から供給されるNの量を上廻り、稲体の生理環境は一変して形態的には穂が著しく伸長し幼穂が形成されるのであるが、一方生理的には呼吸量も著しく増大して酸素のそれ程必要としない性格から酸素を多量に必要とする性格に移りエネルギー代謝が変わってくる¹⁴⁾。従ってこのエネルギー及び糖を利用して糖の重合物であるセルロース・ヘミセルロース・リグニンなどの細胞膜構成物質の生成が有利に展開され、更にN・S・H₂Oに代りCa・Mg・Siなどの和水量の小さいイオンの吸収が旺盛となってくる。同時に葉

では蛋白態Nが急速に減少し、茎では可溶性N・S・有機態P・グルタチオンの濃度が一時的に高まりこれが幼穂の分化形成に関与していると解される。体内のその他の部分の水分はこの時期を契機として脱水の方向に向い急速な減少を示している。冷水下では糖の生成がNの吸収を上廻っても細胞膜物質の形成が劣悪であり後期まで蛋白代謝が続けている。これらの生理状態からCa・Mg・Siなどの無機成分の吸収も低く、逆にK・N・P・Sの含量は高く水分も結合形態のものが多いと思われる。しかし、伸長はこのように極度に抑えられながらも外界の日照・温度などの影響を受けて幼穂は徐々に形成されているので生理的な転換は明確でなくなり、遺伝的に決定される幼穂形成期と栄養的に決定される最高分蘗期は重なり合ってくるものと解される。

出穂期以降ではSi・Caは増加を続けるが、N・P・S・Kなどの成分は吸収量も出穂期頃が最高で以後は穂に移行して茎葉の含量は著しく低下している。特にPはその80%以上は穂に移行し授精後2週間まではその殆んどはT.C.A不溶性P(蛋白態P)として胚などの形成に利用されている。その後澱粉の急激な蓄積とともに可溶性態P(フィチン態P)として存在している。即ちGlucose p→Starch+Pの反応における無機態Pをフィチン態Pの形として反応系外に出し澱粉合成を促進していることは藤原³⁾により詳しく論ぜられているところである。更にこの移行及び結合に対しては多くのエネルギーを必要とするが、後期のPの移行は多量の酸素により順調となり、従って高温酸化状態では良好な稔実を行うものと思われる。ところが冷水下では澱粉が茎葉に蓄積しておりグルタチオン・アスコルビン酸系にみられたように酸化還元系が攪乱されているため、エネルギーの廻転が悪くPの移行を阻害しこのため稔実が不良になるものと思われる。

以上のように漏水性火山灰水田において冷水灌漑した水稲の生育様相を養水分吸収・有機成分の消長及びその存在様式から考察を行い生育に伴う大局的な代謝系の流れを明らかにした。それではこの冷水灌漑による水稲の生育は総括的にどの様に考えられるか次にのべたい。分蘗期においては新葉の発生と新根の発生が伴い葉で形成される糖は根部に運ばれて新根の発生を促すが、これよりN・P・S・Kなどの吸収に好都合な根の条件となると思われ、これらの吸収が促進され糖とこの養分濃度により分蘗が順次形成されて行くのである。ところが新根の発生の少くなる最高分蘗期からは旧根が主導的立場となり、これがためむしろCa・Mgなどが吸収され易い

ようで、これによりさらに体内生理がセルロース代謝に移行し易くなるものと思われる。これを促進する条件が高温暖化条件であることは推定にたかくない。次に伸長期には葉で合成された糖が稈基部に移り、ここが $N \cdot P \cdot S \cdot K$ などの濃度の増大により“active centre”となり幼穂を形成するが同時に伸長を開始する。更に出穂期においては開花受精により“active centre”が移行しここに $N \cdot P \cdot S$ などの濃度の増大があつて糖が移行していくものと思われる。

これに対し低温においては初めは水分・ $N \cdot P \cdot S$ などの濃度の減少により Ca 濃度が相対的に増大しているが、やや水温の高いところでは根部に多量の糖が送られるため水分・ $N \cdot P \cdot S \cdot K$ などの吸収に都合となり、後期まで蛋白代謝が持続するものと思われ、しかも“active centre”が稈部より穂には移行しにくいいため粒数は減少し、かつ莖数が増加しているものと思われる。このときの根は後期においてもかなり代謝活性であることを思わせ、白く太くかつ新根を思わせる状態を呈している。またこの伸長期の幼穂では Ca が多く $N \cdot P \cdot S$ 水分などが少ない条件にあり、これが糖の流転を阻害する根本となると解されるのである。かようにして登熟不良の水稲が出来上るものと推定される。

5. 摘 要

漏水の激しい腐植質火山灰水田において冷水灌漑の方法を用いて生育遅延及び登熟不良を引きおこす水稲の栄養生理面を無機・有機成分の消長から追求した。得られた結果は次のごとくである。

1. 冷水区（平均水温 $20^{\circ}C$ ）では活着が著しく遅れ分蘖が停滞し、後半において弱小分蘖が多く出穂期は著しく遅れ収量は皆無である。中温区（ $20^{\circ}C$ ）は分蘖期間が長びき、更に種々の生育ステージの分蘖を含み生育相は乱れているため、出穂期は遅れ且つ穂揃期間は長く短穂多蘖型となっている。また養分・糖分の移行がわるく稔実不良で、収量は著しく低下していわゆる冷害様相を呈している。

2. 時期別養水分吸収についてみると、標準区では $N \cdot P \cdot K$ 及び S 含量は活着と同時に急激に増加している。一方冷水区では生育初期におけるこれらの成分の含量低下は著しく且つ長期間に及んでいる。しかし7月中旬頃から気・水温の多少の上昇とともにこれらの含量は増大し、このため遅発分蘖の発生を促し生育を遅延させ糖の穂への移行が阻害され登熟不良となっている。従つて収穫期の穂には $N \cdot P$ などの成分が集積して逆に $Ca \cdot Si$

が少い。

3. 有機成分の消長についてみると標準区では分蘖最盛期まで有機態磷酸化合物・可溶性糖類・グルタチオンなどの含量は高く、しかも後期の同化物質の移動・集積も順調である。これに反し冷水区ではこれらの成分も初期は低く後期ではむしろ高く全生育期間に亘つて窒素化合物・炭水化物の可溶態の部分が多い。これに応じて蛋白・細胞膜物質などの合成が低下している。更に澱粉は葉鞘・稈部に著しく集積して穂への移行が極度に抑えられている。

以上の結果から冷水灌漑により移植時に養分ことに P の根からの放出が行われ酸化還元系が攪乱され、このため体維持及び合成に要するエネルギーの供給が抑制されるため水稲の初期生育は極度に抑えられて来る。更に水分・炭水化物・蛋白質などの代謝の一時的な乱れはその後細胞機能の質的变化を招いている。この結果エネルギーの供給が不円滑でその温度段階に応じた代謝方向の変換が見られ、これにより規制された生育が行われるようである。また後期の同化物質の移行のわるいことと養分含量の増加は、分蘖を後期まで続発させ栄養生長と生殖生長の転換を不明瞭にし、このような生理状態が登熟不良に導びくものと解される。

6. 引 用 文 献

- 1) 浅岡久俊. 1958. 無機成分定量のための新しい組織灰化法: 化学の領域. 12 (4).
- 2) 馬場赴. 1955. 水稲の胡麻葉枯病罹病に関する栄養生理的研究. 日作紀. 23 (10).
- 3) 榎本中衛. 1936. 冷水灌漑水稲の特性に及ぼす影響 第1報. 農業. 662, 10, 第4報. 農及園. 12 (11): 27~93, 第5報. 農及園. 12 (12): 3035.
- 4) 平井秀松. 1957. 蛋白質中の硫黄. 生物化学最近の進歩 第3集. 1.
- 5) 藤原彰夫・三橋信郎. 1948. 植物の磷酸栄養に関する研究. 農学. 2 (10): 38.
- 6) 藤原彰夫. 1958. 低温処理による水稲体内窒素化合物の変動について. 日本土壌肥料学会講演要旨集. No. 5.
- 7) 藤井暢三. 1956. 生化学実験法.
- 8) 石塚喜明・田中明. 1952. 水稲の生育経過に関する研究 第一報. 日土肥誌. 23 (1).
- 9) 石塚喜明他. 1954. 地力増進に関する総合研究 (日本農業研究所).
- 10) 片山佃. 1949. 日作紀. 18 (9).
- 11) 木戸三夫. 1949. 東北地方における冷害地帯の稲作. 農及園. 19.
- 12) 木内知美. 1955. 昭和28年度東北地方冷害水稲の組成について. 北海道・東北土肥協議会講演要旨集 No.

- 5: 96.
- 13) 近藤頼己. 1947. 冷水掛流灌溉による水田温度の低下と水稻の生育障害との関係. 日作紀. 17 (3).
 - 14) A. L. Kursanov. 1957. Recent advance in plant physiology in the U. S. S. R. Annual Review of Plant Physiology 7: 401.
 - 15) 三井進午. 1940. 水稻冷害の生理的研究 (VII) 水稻品種の炭素同化能率に関する研究. 日作紀. 12 (3).
 - 16) 三井進午. 1951. 作物の養分吸収に関する動的研究. 日土肥誌. 23.
 - 17) 村山登. 1955. 水稻の生育に伴う炭水化物の集積過程に関する研究. 農研報告. B 4 号: 123.
 - 18) 日本農業気象学会. 1955. 水稻冷害の文献的研究.
 - 19) 北海道・東北土肥協議会. 1955. 冷害試験特輯 No. 5: 47.
 - 20) 本谷耕一・鎌田嘉孝. 1958. 三要素用量試験からみた火山灰水田における施肥法. 東北農試研究報告. No. 15: 33.
 - 21) 本谷耕一・速水昭彦. 未発表
 - 22) 農林省 農業改良局研究部. 低位生産地改良資料. 第22号: 1.
 - 23) 長尾昌三. 1948. 水稻の冷害抵抗性に関する研究. 東北農業. 1 (3, 4).
 - 24) 岡島秀夫. 1958. 水稻体における硫化水素の行動. 第9報 硫加水素処理による生育相の攪乱について. 東北大農研報. 9 (3) 193.
 - 25) W. C. Schneider. 1945. Phosphorous compounds in animal tissues extraction J. of Biol. Chemistry 161: 293~303.
 - 26) 須田正己・加藤昭. 1955. 生体酸化還元. 生物化学最近の進歩. 第1集: 197.
 - 27) 佐藤七郎. 1956. ミトコンドリアの研究 (1). 生物科学. 8 (4): 166.
 - 28) 高橋治助他. 1955. 作物の養分吸収に関する研究. 農研報告. B 4 号: 1.
 - 29) 田中稔. 1954. 水稻冷害の実験的研究. 日作紀. 18 (2, 3, 4), 19 (1, 2), 農及園. 9 (2).
 - 30) 寺尾博. 1940. 水稻冷害の生理的研究. 日作紀. 12 (3).
 - 31) 寺尾博・近藤頼己. 1942. 水稻冷害生理に関する研究. 科学. 12 (11).
 - 32) 若生松兵衛他. 1955. 冷水灌溉田における水稻の養分吸収過程に関する試験. 北海道・東北土肥協議会講演要旨集. No. 5: 68.
 - 33) 山下恭平. 1951. アミノ酸転移を中心としたアミノ酸代謝の 2, 3 の問題点. 化学の領域. 5 (11).
 - 34) 田宮信雄・藤井隆他. 1952. 生命を支える磷酸, 呼吸と醗酵における水素と磷酸のうごき. 科学. 22.
 - 35) 吉松広延. 1951. コアセルペーションと生物現象 I, II. 科学. 21 (12).

Résumé

The studies were carried out on the influence of cold water (about 17°C) irrigation upon the growth, yields and nutrient absorption of rice plant.

The paddy field consisted of volcanic ash humus rich soil at the Tōhoku National Agricultural Experiment Station, Kuriyagawa was used. In addition, the influence of the well percolative soil mixed with bentonite upon the growth and yields of rice plants was also examined.

The results obtained are summarized as follows:

1. The growth of rice plants in the cold water irrigated plot were remarkably retarded at the earlier stages, and the tillering began gradually from the middle stages and the changing of the vegetative growth stage into the reproductive was not clear. So the ripening was inferior. In the intermediate water temperature plot, the tillering was somewhat poor at the earlier stages. But, as the period of tillering was grown under the lower temperature (22~23°C), the larger number of tillers was obtained at the final stage than in the warmer water temperature plot. As the growth stages were confused, its heading was delayed and also days of heading became longer.

While in the warmer water temperature plot, the growth of rice plant was vigorous from the earlier stages and the change of metabolism of vegetative growth stage into the reproductive one was well accomplished. Therefore, its ripening was very good.

2. It was found that the effect of bentonite was excellent and in all plots, the tillering was vigorous from the earlier stages and the plant growth was promoted by using bentonite mixture. Consequently, the yields from the warm plot mixed with bentonite was 44% higher than the case of none mixing one.

3. According to the analytical results of the plant grown under the cold water irrigation, it was apparent that the contents of N. P. K. S. and moisture decreased at the earlier stages, but were concentrated in comparison with those grown under the warmer water irrigation from the heading afterward. On the other hand, the contents of Si and Ca were lower in the plant of cold water temperature plot through the growth stages.

4. According to the results obtained by the analysis of fresh materials, it was found that the contents of T. C. A. soluble-P, soluble sugar and reduced glutathion were concentrated at the earlier stages in the warm water temperature plot. Moreover, the transition and accumulation of starch to ear were well accomplished. On the other hand, these elements of the plant in the cold water temperature plot were lower at the earlier stages, but were concentrated later. Also, after the heading stage, the accumulated starch in leaf sheath and culm was not transported to ear under the cold irrigated condition. And then its high content has been resulted in leaf sheath and culm.

Considering from the above mentioned results, it is evident that the contents of nutrient elements decrease at the earlier stages in rice plant by the cold water irrigation, and moisture, carbohydrate and protein metabolism are confused.

Therefore, these facts cause the retardation of root initiation and tillering. Besides, in later stages of plant growth, accumulation of starch and increase of nutrient element contents in culm, successive production of tillering and delay of heading were accompanied.

第2報 時期別冷水灌漑試験

本谷 耕一・吉岡 真一

2. Effects of cold water irrigation at the successive growth stages of rice plant upon the growth

Kōichi HONYA and Shinichi YOSHIOKA

近年は畑苗代または折衷苗代など育苗方法の改良及び本田の施肥法の改善により著しく初期生育の確保が容易となり、遅延型冷害に対して相当の対策をたてうる段階にまで技術が進歩している。これらの技術改善により、冷害のかなりの部分が解決されたととしても、東北では一般に7月中旬まで天候が不安定であり、その後も伸長期に襲来する低温は技術的にはかなり困難な問題である。すなわち水稻は幼穂形成期から出穂期にかけて低温に遭遇した場合、稔実が著しく阻害され、障害型冷害としてその解析がなされている。しかし対策としては出穂期を異にした品種を用いる事により回避するか、耐冷性品種を採用しているに過ぎない。低温来襲時期は現在のところ予想が困難で、これがこの種障害型冷害対策を一層困難な物にする一つの原因である。その低温は一般には短期間で終わっているので水稻の生育全般についてこの様な短期間の低温に対する知見を加え、今後充分な技術的対策がとられねばならない。第1報においては冷水灌漑を対照とし生育全期にわたって冷水灌漑した場合の生育様相及びその栄養生理について詳しく究明してきたが、同様の方法により①正常に生育している水稻に生育時期毎に冷水を灌漑した場合、体内代謝の短期間における変化の様相、②冷水処理終了後の回復状況、③これら処理の生理的意義等の基礎資料をえる目的で以下の実験を行った。

1. 試験方法

1. 供試土壌：前報と同じく、その隣接地を供用した。
2. 供試品種：水稻ハツニシキ（早生穂数型）
3. 育苗条件：保温折衷苗代4月20日播種20cc/m²まき
4. 施肥量：苗代

肥 料	名	施 肥 量 g/m ² (坪当り)
硫 過 硫 堆	安	11.4g (100匁)
	石	17.0 " (150 ")
	加	5.7 " (50 ")
	肥	5.7kg (5貫)

本田

要 素	肥料	成 分 用 量 10a当り(反当)	備 考
N	硫酸	15.1kg (4貫)	N:11.3kg(3貫)元肥
P ₂ O ₅	過石	15.1 " (4 ")	3.78kg(1貫)追肥
P ₂ O ₅	燐燐	15.1 " (4 ")	P ₂ O ₅ : 元肥
K ₂ O	硫加 堆肥	11.3 " (3 ") 1890 " (500 ")	K ₂ O : 元肥は代掻き前に施用

5. 移植：5月24日

6. 栽植密度：15cm×24cm m²当り27.3株(坪90株)

1本植

7. 試験規模と区制：4区1連制, 27.4m²(8.3坪)

宛

No.	区 名	内 容
1	活着期冷水灌漑区	6月1～7日冷水灌漑
2	分蘖期冷水灌漑区	6月27日～7月3日冷水灌漑
3	伸長期冷水灌漑区	7月18～24日冷水灌漑
4	対 照 区	全期止水灌漑

8. 冷水灌漑の方法：深層井戸から13～14℃の冷水を午前8時から午後5時まで直接かけ流し、田面水温17～18℃を保つようにした。なお対照区及び処理外の区は温水田を通した温水を止水灌漑した。

2. 試験結果

1. 生育に及ぼす冷水灌漑の影響

1) 生育経過

苗および移植時の生育：苗代はビニール被覆による保温折衷苗代によったので生育は良好、移植時の茎数は2～3本、移植後3～4日で葉尖部が若干黄化したが、その後もまもなく新根の発生が始まった。移植後8日目（6葉目の出葉始め）から冷水処理を開始した。

活着期冷水灌漑（1区）：処理後5日で葉色は淡くなり、7日目でさえない緑色に変わった。処理終了後3～4日で外見上正常のものと差違が識別出来ない。

分蘖期冷水灌漑（2区）：冷水処理により前者と同

様下位葉基部の褪色黄化が見られ、かつ葉鞘基部がやや開いた感じである。しかし未展開葉は濃緑色で処理終了後約1週間上記の様相が継続している。

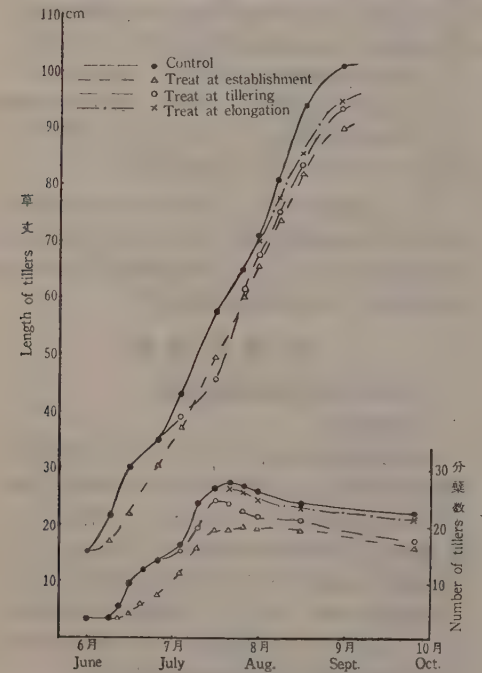
伸長期冷水灌漑（3区）：冷水処理により葉色の変化はくすんだ程度で褪色はみられない。

出穂期は第1表の通りで、各処理区とも若干の出穂遅延がみられた。

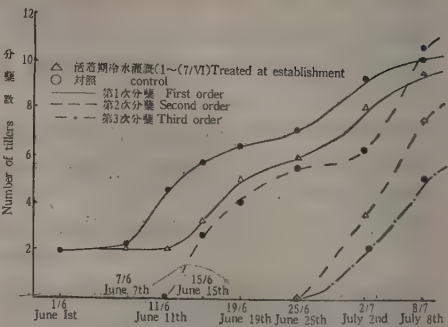
第1表 出穂期
Table 1. Heading date
(8月, At August)

時期 Date	処理時期 Treated stages	活着期 Rooting	分蘗期 Tillering	伸長期 Elongation of the plant	対照区 Control
出穂始 First heading date		15	11	14	9
出穂揃 Whole finished heading date		25	22	26	22

2) 草丈・基数：第1図に草丈・基数を示した。各区とも冷水処理により生育が停滞し、冷水を温水に切り



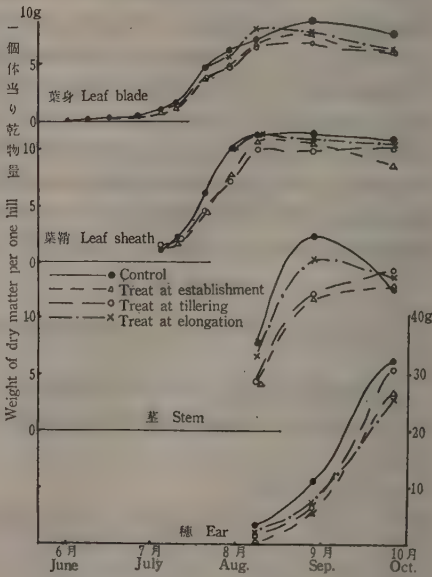
第1図 草丈及び基数
Fig.1. Length and number of tillers



第2図 活着期処理の分蘗発現状況
Fig.2. Number of tillers at rooting treated in comparing with the control.

換えたのち約4～5日は増加が見られず、対照区よりかなり劣っている。分蘗体系についての成績は第2図の通りであるが、これによると1区は対照区に比べ一次分蘗の増加は10日前後の遅延を示している。ただし6月1～7日、19～25日にいたる期間、気温の低下により対照区の増加もやや鈍っている。さらに二次分蘗の対照区に対する遅延は一層強まり、6月11日に対して6月25日になっている。また三次分蘗は対照区の6月25日すぎから発現するが、処理区はほとんどみられない。

3) 収穫物の分解ならびに収量調査：上述の冷水灌



第3図 乾物重
Fig.3. Dry weight

第 2 表 収量及び分解調査成績

Table 2. Yields of the plant

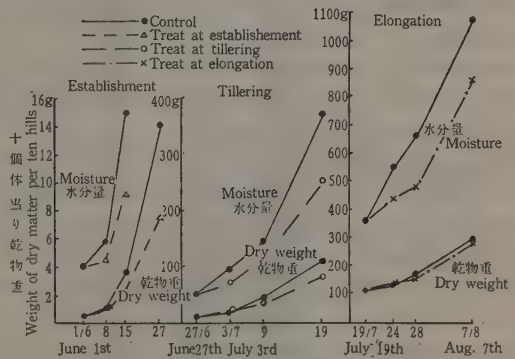
処 理 時 期 Treated stages	主稈稈長 Maximum length of the main culm	主稈穂長 Maximum ear length of the main culm	一株穂数 Number of ears per one stock	一株穂重 Weight of ears per one stock	平均一穂重 Average weight of one ear	平均一穂粒数 Average number of grains per one ear	平均一穂不完全粒数 Average number of immature grains per one ear	玄米千粒重 Weight of 1000 grains
活 着 期 Rooting	70.4 ^{cm}	17.6 ^{cm}	15.8	27.4 ^g	1.73 ^g	54.8	3.8	22.0 ^g
分 蘖 期 Tillering	79.4	16.9	17.1	31.0	1.81	54.7	3.3	21.6
伸 長 期 Elongation of the plant	83.5	16.5	21.0	26.2	1.25	51.0	9.4	20.8
対 照 Control	87.7	17.8	21.8	38.3	1.75	59.8	3.8	22.2

処 理 時 期 Treated stages	全 重 Weight of the total yield	藁 重 Weight of the rice straw	全 穀 重 Weight of the total unhulled-rices	精 穀 重 Weight of the perfect unhulled-rices	穀/藁比 Ratio of the unhulled-rices to the straw	玄 米 重 Weight of the rice grains	玄米10重 Weight of the rice grains per 1 litre	指 数 Ratio of the volume of rice grains in the treatate plot to that of the control plot
活 着 期 Rooting	1,170 ^{kg/10a}	568 ^{kg/10a}	602 ^{kg/10a}	560 ^{kg/10a}	1.06	447 ^{kg/10a}	762 ^g	0.763
分 蘖 期 Tillering	1,320	620	670	620	1.08	510	762	0.864
伸 長 期 Elongation	1,400	742	650	613	0.88	485	766	0.819
対 照 Control	1,510	727	782	734	1.08	590	760	1.000

瀝による生育停滞の傾向は収穫物にまで影響し、第2表の通り従来の成績¹³⁾と同様、1区は穂数に、3区は穀の稔実に影響が大きいことがみとめられる。玄米千粒重も4区<2区<1区<3区の順に減少し幼穂形成期頃の処理の影響の著しいことが明かである。収量調査によれば4区の4.25石に対し1区は3.24石、2区3.67石、3区3.48石といずれもかなりの減収を示した。

2. 植物体分析結果

1) 風乾重：生育期間中の各部分毎の乾物生産量を第3図に示した。処理により各部分とも増加が停滞しがちであるが、とくに1・2区の茎重の増加は低い。3区に対しての影響は穂に大きく葉身・茎には少ない。つぎに処理前後の乾物重の推移をみると第4図のとおりである。すなわち活着期処理においては6月1日から約1週間の冷水処理で乾物生産

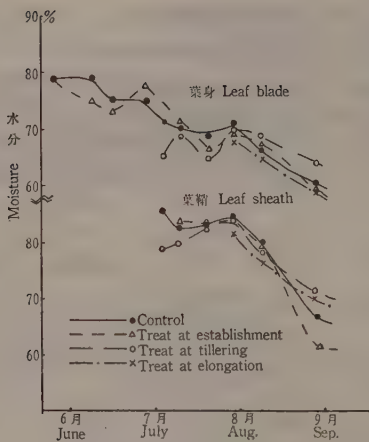


第4図 水分乾物重の変化

Fig.4. Variation in moisture content and dry weight affected.

Note: Upperlines are water weight.

Under lines are dry weight.



第5図 水分変化
Fig.5. Moisture

第3表 炭水化合物含量

Table 3. Contents of carbohydrates (乾物% on the dry matter base)

調査期 Observed stages	調月 査日 Observed date	還元糖 Reducing sugar			非還元糖 Non-reducing sugar			澱粉 Starch		
		葉身 Leaf blade	葉鞘 Leaf sheath	茎 Stem	葉身 Leaf blade	葉鞘 Leaf sheath	茎 Stem	葉身 Leaf blade	葉鞘 Leaf sheath	茎 Stem
活着期 Rooting	8/VI	3.19	—	—	3.62	—	—	4.6	—	—
	15/VI	1.98	—	—	1.08	—	—	5.0	—	—
	27/VI	1.25	—	—	2.20	—	—	7.8	—	—
	9/VII	1.15	0.80	—	0.62	1.50	—	3.2	8.6	—
	19/VII	2.82	1.91	—	4.30	4.12	—	1.8	13.7	—
	24/VII	1.26	0.98	—	0.51	0.84	—	2.5	11.6	—
	28/VII	1.95	1.04	1.39	2.02	2.40	3.44	2.3	15.1	10.1
	7/VIII	1.98	2.38	2.38	0.89	2.75	5.88	0.6	10.9	16.6
	27/VIII	1.65	—	—	3.34	—	—	5.1	8.2	27.5
	25/IX	1.00	—	—	2.37	—	—	3.3	0.6	7.9
分蘗期 Tillering	3/VII	1.91	0.42	—	0.61	6.38	—	5.7	11.1	—
	9/VII	0.96	0.65	—	2.24	1.62	—	3.0	12.5	—
	13/VII	1.63	1.60	—	2.19	2.25	—	2.2	11.8	—
	19/VII	2.83	1.82	—	4.25	2.88	—	tr.	10.4	—
	24/VII	1.01	0.48	—	1.15	1.18	—	1.5	13.2	—
	28/VII	1.95	1.01	1.40	1.52	1.96	1.38	2.5	8.4	8.2
	7/VIII	1.26	1.15	1.17	1.52	2.16	6.74	0.7	7.1	14.6
	27/VIII	1.86	—	—	3.37	—	—	3.8	6.1	24.8
	25/IX	1.15	—	—	2.85	—	—	5.0	1.1	12.8
伸長期 Elongation of the plant	24/VII	1.59	0.90	—	2.32	3.88	—	3.0	15.4	—
	28/VII	2.15	1.47	1.62	1.97	2.26	4.06	2.7	18.3	10.9
	7/VIII	1.20	0.86	1.49	1.14	1.20	6.35	0.4	4.3	13.3
	27/VIII	1.59	—	—	2.80	—	—	4.6	—	—
	25/IX	1.24	—	—	2.86	—	—	3.1	—	—
対照区 Control	24/V	2.22	—	—	1.90	—	—	6.2	—	—
	8/VI	1.71	—	—	2.10	—	—	4.8	—	—
	15/VI	2.22	—	—	0.78	—	—	4.4	—	—
	27/VI	1.39	—	—	2.56	—	—	3.4	—	—
	3/VII	0.64	0.45	—	0.74	2.62	—	tr.	9.6	—
	9/VII	0.98	0.75	—	1.64	2.43	—	2.4	8.7	—
	13/VII	1.28	1.60	—	4.30	1.60	—	1.4	9.1	—
	19/VII	2.90	1.91	—	3.90	2.81	—	tr.	7.5	—
	24/VII	1.05	0.70	—	1.04	1.74	—	2.2	10.4	—
	28/VII	1.29	1.61	1.98	1.00	2.30	4.11	3.4	10.7	8.1
	7/VIII	1.19	1.11	3.35	1.03	2.30	6.32	tr.	6.7	12.2
	27/VIII	1.80	2.70	—	2.73	—	—	4.0	4.1	17.3
	25/IX	1.65	—	—	2.75	—	—	4.6	1.1	5.8

への影響は6月15日に初めて表われた。また水分含量でみると6月8日において乾物重は同じであっても対照区に比べ約2割減少している。すなわち第1報においても認められたように、冷水の影響ははじめ水分に次いで乾物生産に差が表われるようである。水分含有率の変動は第5図に示す通り処理とともに低下し、かなり持続してのち逆転して来る。これらの関係は2区・3区においてもほぼ同様であるが3区は葉身・茎の乾物重には大差を生じていない。生育に伴う水分含有率の変異は、葉身・

葉鞘ともに約5%前後の減少である。この回復にあたっては1区はかなりの時日を要し、2区は比較的是やく、3区は後期まで低下したままで経過する。

2) 新鮮物分析結果: 第1報と同様N及びPの分画定量を行ったが、その結果は第3表に示した。6月1~7日の活着期処理の影響をみると、対照区に比べ非蛋白態窒素・グルタチオン含量ともに減じている。無機態磷酸及び有機態磷酸においては冷水処理によりともに著しい低下がみられるが、逆に13日・15日になると増加している。分蘖期、すなわち6月27日~7月3日にいたる

冷水灌溉処理では非蛋白態窒素が対照区よりたかく葉鞘において顕著である。磷酸は無機態・有機態とも変動がはげしいが、顕著な減少はみられない。次に7月18~24日処理をみると非蛋白態窒素の減少が24日にはみられないが、無機態・有機態磷酸もおおの減少を示している。

3) 無機及び有機組成におよぼす冷水の影響

無機成分分析結果は第6図に示した。

a. 窒素: 移植により低下しその後増加している。以後追肥などによりかなり変動している。冷水処理により

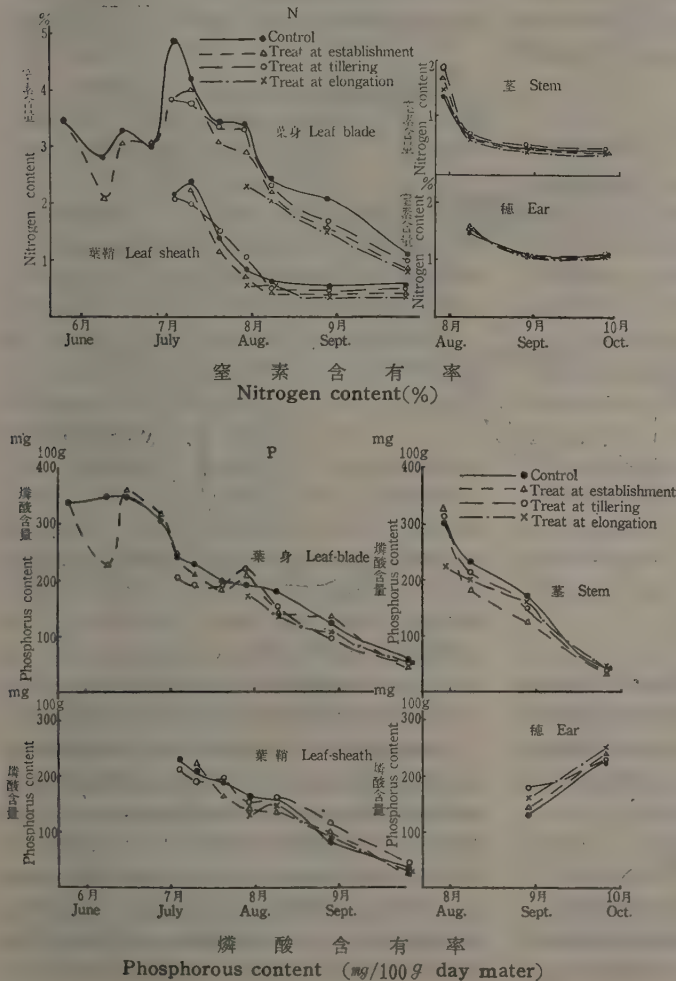
含有率は低下するが、活着期処理ではその低下が最も顕著で分蘖期処理においても同様である。伸長期処理では処理前に対照区より低いが処理により低含量が後期まで継続している。これらの現象は葉身において著しく茎その他では少い。

b. 磷酸: 生育初期には乾物当りP300 mg/100g 前後を含んでいるが以後漸次減少している。この濃度は冲積地水田の水稻の分析成績に比較して低い。冷水処理により各時期とも含有率の低下をもたらすが、活着期の影響がもつとも大きく分蘖期以後は少い。葉鞘において移行の悪いためあとに処理区の含量が高くなっている。しかし茎においては処理区が後期まで低い値を示している。

c. 加里: 加里含量の生育に伴う変動は葉身においては移植期には低く、急速に増加し6月下旬以後減少を示している。活着期処理においては顕著な低下を示すが、6月下旬になって対照区に近づいている。分蘖期処理においては減少は少く、のち対照区を凌駕している。伸長期処理は影響が少い。生育後期には茎・葉身・葉鞘とも対照区より低下している。

d. 珪酸: 冷水処理により葉身および葉鞘でその含量を明らかに減ずるが、処理終了により含有率が上昇し対照区を上回る場合もみられる。8月以降においては茎では1区

第6図 無機成分含有率
Fig. 6. Contents of mineral nutrients
(per 100 g dry mater)



＜2区・3区《4区で含量が上昇している。時期別にみると活着期処理の吸収の低下が最も大きく、その後の影響は明かでない。茎においては処理区が対照区よりいずれも低く、早く処理したものが後期まで低い値を示している。

次に炭水化合物含量を第3表に示す。

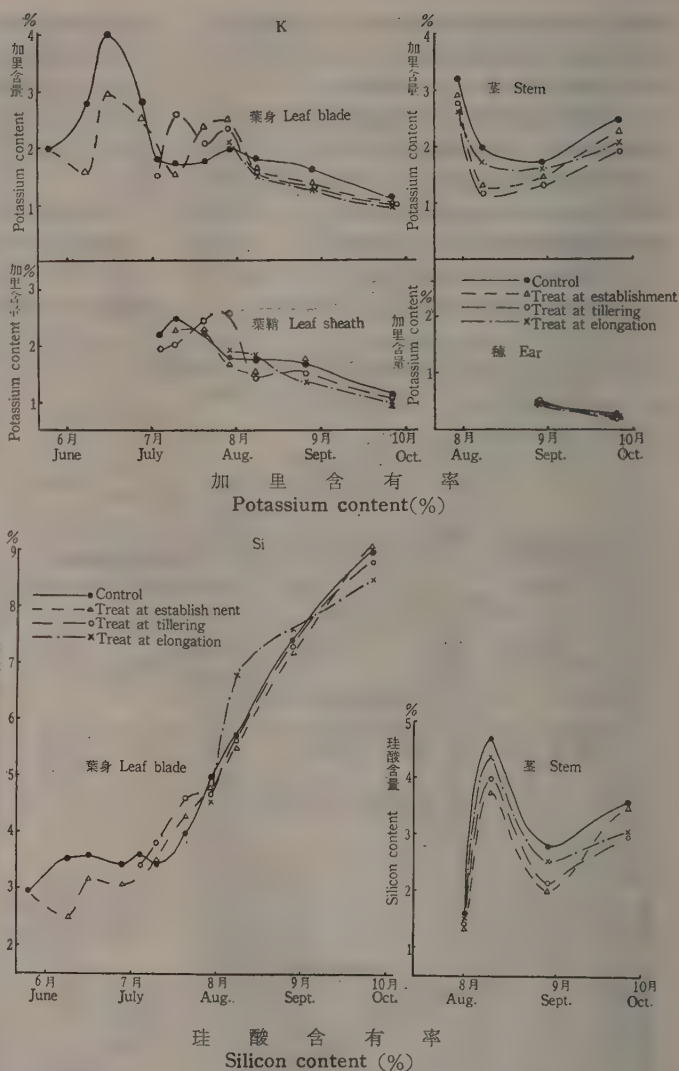
e. 還元糖含量：生育初期には約2%をしめるが、移植後若干減少し以後体内窒素濃度とほぼ逆の傾向である。葉鞘は葉身より少く、両者類似した傾向を示している。冷水処理によりとくに葉身において含量が増大するが、このことは第1報と同様で、処理後比較的すみやかに回復する。分蘗期処理・伸長期処理においても同様で、処理終了後葉身に顕著な集積がみとめられる。

f. 非還元糖：一般に還元糖含量よりたかく、前者と同様窒素濃度と相反的に増減し含量の変動が大きい。冷水処理により顕著に増加するが、処理後急速に消失して対照区に接近する。ただし還元糖と異なり、葉身より葉鞘に集積が多いようである。時期別処理においても類似した結果である。

g. 澱粉：澱粉含量は葉身・葉鞘・茎でかなりことなり、生育の経過につれてまづ葉身に集積し、これが葉鞘にうつり更に茎・穂と段階的に山が移るように思われる。冷水処理の影響は活着期で差がなく、分蘗期では顕著な増加をみ、伸長期では大きな影響がみられなかった。葉鞘においては処理区はいずれも含量がたかくつ継続し、成熟期になるとこの関係が茎に顕著となった。

3. 論 議

前報においては常温の対照区に比べ低温区は著しく生育が遅れて矮小化し、養分濃度が低く出穂せずに終るが、中温区においてはN・P濃度もかなり含有されるため、



これらにより分蘗数は多く、いわゆる短稈多蘗となることが明かであるが、出穂期がおくれかつ長びき、糖やN・P濃度は稈に高く、このため穂に移行せず稈不良に終ることが明らかとなった。すなわち冷水灌漑を行った場合低温の度合に応じて養分の移行が阻害され、これが集積するところは代謝活性の場となり、これがためそれに応じた代謝系が活発となること、低温により最も影響をうけるのはP代謝であり、この抑制によりエネルギー回転は悪く、これにより生育が方向づけられることが推定されたのである。これに対し一時的な冷水処理をした

場合に、生理生態上どのような変化が表われるかをみようとしたのがこの研究である。

さて正常に生育していると思われる水稻に冷水処理を加えた場合、各時期毎の影響は次のとおりである。

1. 活着期処理：活着分蘖などの開始は著しくおくれ、一次分蘖では1週間、二次分蘖では2週間の遅延をおこしている。このため有効茎はかなり少く、穂数の著しい減少を示す。この時期は新根の発生と共に養水分濃度を高め分蘖を開始する時期であり、この吸収された水分・ $N \cdot P \cdot S$ などにより旺盛な蛋白代謝の行われる時期であるが、冷水処理により $N \cdot S$ ことに水分・ P 濃度が低下しエネルギー代謝が不円滑となり、正常代謝が著しく抑制されてくる。しかも処理後体内養分ことに水分濃度の回復がおそく、これらが分蘖発生の遅延をひき起すものと思われる。

2. 分蘖期処理：新根の発生は新葉の形成と同義¹⁰⁾と解するが、この時期は分蘖が旺盛であり、これと同時に多量の根を発生し、養分ことに $N \cdot P \cdot S$ 濃度が最高となる。しかも分蘖の終期からはリグニン・セルロース代謝が活発となることは第1報で明かにした。この時期の処理においては $N \cdot P$ 濃度が低下し、糖含量が著しく増加している。一方非蛋白態窒素が増加し、蛋白態窒素は減少し、エネルギーの不円滑により非蛋白態蛋白³³⁾の平衡が分解の方向に傾いていると解される。しかし温度の回復とともに多量の根により養分吸収量も活発に行われて代謝は急速に回転し、これにより冷水処理の影響は継続的にはあまり認められない。

3. 伸長期処理：本実験においては主稈の幼穂形成を確認したのち冷水処理を実施したので、有効茎はほとんど確定しているが、幼穂においては粒数・花粉の生成を支配する時期であり、水稻の一生中極めて重要な時期である。本実験においても分蘖数は対照区とほとんど大差がないにかかわらず、従来の研究と同様に不稈粒数が多く、かつ稈実歩合が低く総粒数が劣るという結果を生じている。この時期の低温は体内無機養分濃度の低下をもたすが、それと同時に花器の形成が著しく抑制され稈実を不良にすることの方がより強いと解される。

このように冷水処理によりその期間中生育は停滞し、しかも処理後の生理状態をかなり支配していることが明らかである。かような生理的变化をもたすゆえをみると、冷水処理によりエネルギーの生成回転がまず著しく制限され、これが細胞のゾル状態³⁵⁾を不安定²⁷⁾とし水分含量を減少し、無機養分中とくに P の放出が行われてくるものと推定される。さらに著しい地下部の低温に

対しては水分吸収が抑制され、かつ水分含量の低下により葉面の萎凋さえみられるに至る。しかしこの間は乾物重の増加は対照区と大差がなく、むしろ葉鞘基部では流転により増加している。このように細胞の水分状態に一義的に影響が表われるとすれば、代謝の活性な水分含量の高い時期及び部分に最もげきれつにこの低温の作用の表われることは、推定にかたくないということである。

次に冷水処理を中止し常温に回復した場合の変化をみると葉色の回復には約1週間を要し、この後分蘖、体内養分濃度の増大がみられる。この場合無機成分組成からみてもっとも影響をうけ易いのは活着期であり、これは根数の少いことに大きく支配されると思われる。従って根数の多くなった後期処理においては、後作用は比較的小さい。それよりはその時期に活発に行われている形成部分において攪乱をうけ、粒数の減少不稈粒の増加となるのである。

これらのことを前報と比較すると実験条件の同一である活着期処理においては全く同様の行動をとっているが処理後の回復は長期冷水を灌溉した場合はほとんどみられず、それがため著しく生育が停滞してしまうのである。しかし本処理においては処理後は急速に回復して、この処理期間の長短・低温の程度により、これらの影響及び回復の異なることは多くの実験の示すところである。しかし従来の成績では一般に沖積土を使用しているため、処理前の磷酸濃度の高いことが推定され、かつ土壤中の濃度が大なため回復作用は速やかであり、被害はたいして大きくならないと推定されるのであるが、火山灰土壤ではこの点が明確に表現されるものと思われる。これが火山灰地に冷害を多発させる大きな原因であろうが、ことに伸長期処理にみられたようにこの時期に正常な代謝でなく $N \cdot H_2O \cdot S$ などの多い条件では、このような障害を助長し障害型冷害が強調されることが推定される。

4. 摘 要

活着期・分蘖期・伸長期(幼穂形成後)の各時期に $17 \sim 18^\circ C$ 1週間の冷水処理を行い、水稻の生育に及ぼす冷水灌溉の影響を解析した。

各時期毎の冷水処理の特徴は生育段階と関連し、活着期においては茎数減が著しく、分蘖期においては同様茎数減を招くがその影響は比較的少ない。伸長期処理においては粒数減及び稈実不良を招いて減収する。

これを体組成の面からみると、活着期においては養・水分吸収の低下が著しく、炭水化物の集積は一時的に行われるが、その後消失し冷水の影響は処理後1週間位つづく。

分蘖期においては無機組成では含量の低下がみられるが影響は少く、糖分は顕著に増大し回復も速かである、伸長期処理においては磷・窒素の低下が顕著である。

以上のとおり長期冷水灌漑の場合は磷酸・水分濃度を中心としてエネルギーの回転が悪く、これに順応した代謝が行われ代謝活性の場が稈基部に停滞すると解されたが、短期間の場合は代謝が攪乱され、再びエネルギーの

供給により代謝が活発に行われ、無処理水稻の代謝系に近づいてくるようである。このため冷水の短期間の影響としては外見上茎数及び粒数などの減少がその作用の結果として残されている。

5. 引用文献

第1報と同じ

種属間交雑による小麦赤錆病抵抗性品種 の育成に関する研究

第1報 栽培小麦へチモフェービ小麦の赤錆病 抵抗性因子導入の成功

渡辺 好郎・百足幸一郎・山田 昌雄・斎藤 省三
国分喜治郎・高橋 幸吉・高橋 広治

Studies on the breeding of leaf-rust resistant varieties of wheat
by the hybridization, interspecific or intergeneric

1. A successful transfer of the leaf-rust resistant gens to common wheat variety from *Triticum Timopheevi*

Yoshio WATANABE, Kōichirō MUKADE, Masao YAMADA, Syōzō SAITō,
Kijirō KOKUBUN, Kōkichi TAKAHASHI and Hiroharu TAKAHASHI

1. 緒 言

わが国の寒冷積雪地帯、すなわち北陸・東北・北海道の諸地方には小麦赤錆病の発生が甚しく、特に岩手以北の地域に病原性の強い系統が分布しており、これに対する抵抗性小麦品種の育成が緊急の課題となっている。たまたま1950年、農林省研究諸機関の整理統合に際し東北農業試験場盛岡試験地に麦锈病研究室が新設されてこの問題と取り組むことになった。しかし栽培品種の中には病原性の強い赤錆病菌に対し抵抗性を示すものを見出し得ないため、著者等は小麦の近縁野生種を用いてこれらと栽培小麦との種間または属間交雑から広範囲の因子の導入を図ろうと試み、まづ抵抗性の給源としてチモフェービ小麦 (*Triticum Timopheevi* Zhuk. $2n=28$, AAGG) を選んだ。本種は南ロシアの固有種で、小麦属には全く新しいゲノムGを有することと黒錆病・赤錆病をはじめ小麦の各種病害に対し甚だ強い抵抗性を有することから遺伝・育種学者の注目を引くに至ったものであるが、これと栽培小麦との交雑は極めて困難で両種間に雑種を得ようとする初期の努力はいづれも失敗に帰っていた。その後1939年 Pridham は栽培小麦の1品種 Steinwedel とチモフェービ小麦の交雑から黒錆病・赤錆病両者に対して強い抵抗性を有する品種“Timstein”の作出を報告し、SHANDS (1941) もまたチモフェービ小麦の抵抗性をとり入れた *vulgare-type* の数系統を作出している。

しかしわれわれの研究室に導入したこれら諸品種は盛岡の栽培環境下では赤錆病に対し決して抵抗性とはいえない。これは赤錆病菌には黒錆病菌と同様寄生性の分化があり地域によって分布する生態型 (physiologic race) の種類を異にするためで、日本では日本に分布する生態型を目標として選抜を加えていかなければならないことを意味している。われわれは研究室発足以来両種間の交雑から東北地方に栽培可能な *vulgare-type* の赤錆病抵抗性品種を育成しようとし多数の組合せについて雑種を養成してきたが、最近その中の一つから希望する赤錆病抵抗性系統が得られたのでその育成経過について次に述べる。

本研究遂行に際しチモフェービ小麦の種子を御分譲下された遺伝学研究所長木原均博士、有益な助言を賜った農業技術研究所長盛永俊太郎博士、東京大学教授明日山秀文博士及び終始励ましの言葉と便宜を与えられた盛岡試験地主任八柳三郎博士に対して衷心から謝意を表する。

2. 材料及び方法

栽培小麦 (*Triticum vulgare* Vill. $2n=42$, AABBDD) とチモフェービ小麦 (*Triticum Timopheevi* Zhuk. $2n=28$, AAGG) の種間交雑によって赤錆病抵抗性品種を育成するに際しその基礎的研究の一環として両種間の交雑能力を知ろうとし、先に栽培小麦27品種を供試して

その結果を報告した(東北農試研究報告第4号: 87—91, 1955)が, ここにこれから述べようとする材料はその中のフルツ1号を母親としチモフェービ小麦を花粉親として得られた種間雑種の後代で, 1度フルツ1号で戻し交雑したものの自殖子孫であり最初の交雑から6代目(B_1F_5)に当る。

体細胞染色体は早春採取した根端を L.D.Cua 氏に従って 0°C の水で1昼夜前処理し, 3:1の acetic-alcohol で固定貯蔵したものを Warmke 氏法に準じて押しつぶし標本を作つて検鏡観察した。一方, 花粉母細胞は3:1の acetic-alcohol で1昼夜固定した後アルコールで洗滌し, 75%アルコールで冷蔵したものについて随時 Belling の iron-aceto-carmin によるなすりつけ標本及びフォイルゲン染色による押しつぶし標本を作つて検鏡観察した。描画には Eruma 転写鏡を, 顕微鏡写真撮映には Olympus 35を使用した。なお総性は各小穂の第1・第2小花だけの着粒歩合で表わした。

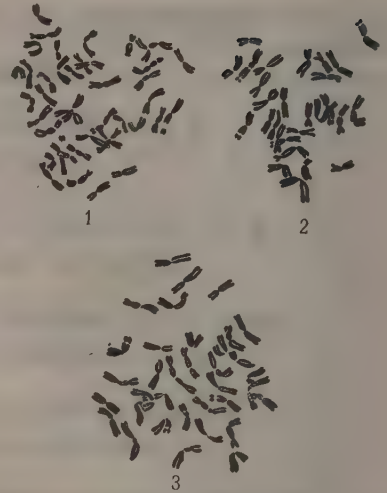
赤銹病に対する雑種各世代の抵抗性の検定は子苗抵抗性と成熟抵抗性との両者について行つた。子苗抵抗性は第1葉が充分に展開した時期に, わが国に分布する小麦赤銹病菌系統の中最も病原性の強い生態型21Bに属する培養をいわゆる“brushing method”により接種して検定した。また, 成熟抵抗性は出穂期前後に圃場に麦を囲んで木枠を置き, 止葉と止葉下第1葉に21Bを濾紙接種法あるいは噴霧法により接種し全体をビニールで覆う方法で検定した。いずれの場合も接種後10日乃至20日を経て常法により感染型の判定を行ない, R =抵抗性 (0, 1, 2), S =罹病性 (3, 4) 及び X = x タイプ (同一葉に $R \cdot S$ 両種の病斑が混在するもの) の3段階にわけて表示した。なお, R としたものの大部分は全く孢子堆を生ぜず感染型0とされるものであった。更に栽培圃場には早期から激しく発病する品種“Pentad”を spreader として入れて自然感染の機会を多くして選抜の一助とした。

3. 結 果

1. 交配結果並びに F_1 の細胞遺伝学的観察

1952年春, フルツ1号の340小花にチモフェービ小麦の花粉を配して93粒(着粒歩合27.35%)の雑種々子を得, 同年秋シャーレ内に置床して17粒(発芽歩合18.28%)の発芽をみた。これから養成し成熟に達した F_1 植物は14個体で, 授粉小花数に対する雑種生成歩合は4.12%と著しく低い値を示した。

F_1 は根端で $2n=35$ を示し明かに両親種の半数染色体数の和, $14+21=35$ に一致した(第1図)。



第1図 F_1 (フルツ1号 \times *T. Timopheevi*) とその両親種の体細胞染色体(根端細胞)

Fig 1. Somatic chromosomes in root-tip cells of F_1 (Fultz No.1 \times *T. Timopheevi*) and of its parental species

1: Fultz No.1 (*T. vulgare* Vill.) ($2n=42$)

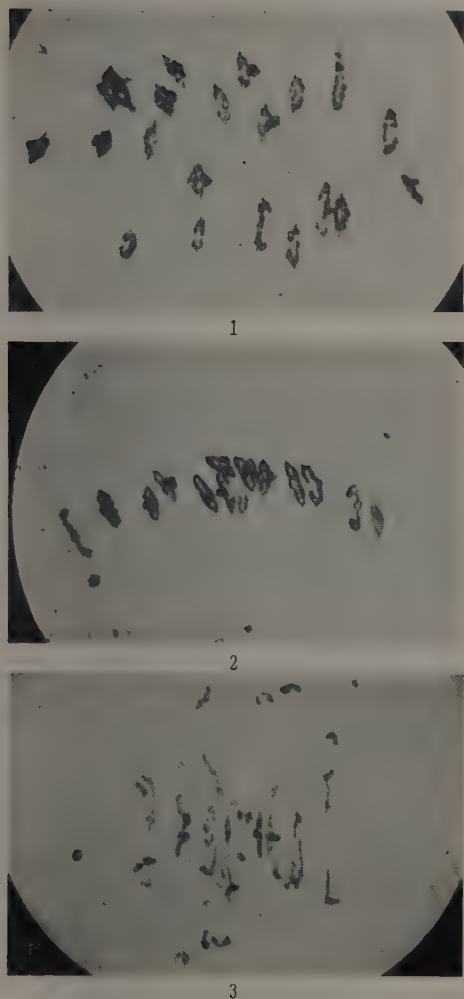
2: *T. Timopheevi* Zhuk. ($2n=28$)

3: F_1 (Fultz No.1 \times *T. Timopheevi*) ($2n=35$)

第1表 F_1 (フルツ1号 \times *T. Timopheevi*) の MI における染色体接合型とその頻度

Table 1. Meiotic chromosome configurations and their frequencies at MI of PMC's of F_1 (Fultz No.1 \times *T. Timopheevi*)

染色体接合型 Chromosome configuration				頻度 Frequency
2m +	8n +	13r		15
1m +	9n +	14r		10
2m +	10n +	9r		7
2m +	7n +	15r		6
3m +	8n +	10r		5
3m +	7n +	12r		5
	10n +	15r		5
1m +	11n +	10r		4
	11n +	13r		4
1m +	8n +	16r		3
1rv +	1m +	7n +	14r	2
1rv +	1m +	6n +	16r	2
1rv +		9n +	13r	2
3m +		9n +	8r	2
3m +		6n +	14r	2
2m +		9n +	11r	2
1m +		10n +	12r	2
1m +		7n +	18r	2
		9n +	17r	2
その他の Others				18
計 Total				100

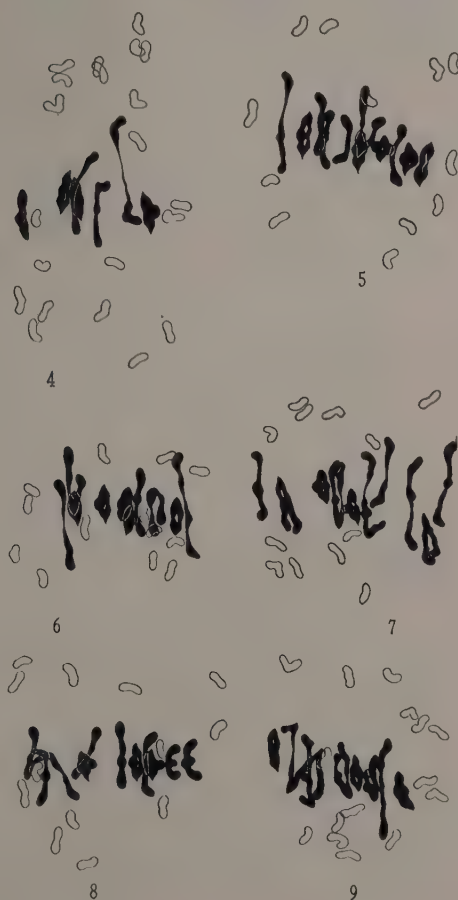


第2図 F_1 (フルツ1号 \times *T. Timopheevi*) とその両親種の花粉母細胞成熟分裂第1分裂中期の染色体接合像 (1~3は顕微鏡写真)

Fig. 2. 1st metaphasic plates in F_1 (Fultz No. 1 \times *T. Timopheevi*) and its parental species (1—3 showing microphotographs)

- 1: Fultz No. 1 (21 II)
- 2: *T. Timopheevi* Zhuk. (14 II)
- 3: F_1 , $2m+9n+11r$
- 4: F_1 , $7n+21r$
- 5: F_1 , $1m+10n+12r$
- 6: F_1 , $2m+8n+13r$
- 7: F_1 , $3m+7n+12r$
- 8: F_1 , $1iv+9n+13r$
- 9: F_1 , $1iv+2m+5n+15r$

花粉母細胞の成熟分裂第1分裂中期における染色体接合型とその頻度を示せば第1表及び第2図のとおりで、片親に **Emmer** 系の小麦を用いた5倍雑種の場合とは甚しく趣を異にし、1価染色体と多価染色体、特に前者が著しく多く形成される。接合型は極めて変異に富みそのモードは $2m+8n+13r$ にあり、**Emmer** 系小麦との5倍雑種にみられる基本接合型 $14n+7r$ を示す **PMC** は1個も観察されなかった。染色体の接合状態は第2表をみると一層明らかで、1価染色体は8個から21個の間を変異し平均13.26を示すが、これと対応して2価染色体は少なくなり変異の巾は4個から12個、平均8.33となり、特に末端接合の“open bivalent”が両端接合の“closed bivalent”よりも若干多い。多価染色体は最高5価まで形成されるが4価・5価染色体の形成は稀であり、大部分はV字型の3価染色体で1細胞当たり平均1.49の割合で



観察された。第1・第2分裂ともに染色体橋及び遅滞染色体が頻繁に形成され、花粉4分子期には小核を多数含む外形は正常な4分子が専ら形成され(第3表,第3図),このような結果として花粉総性は1.13%と極めて低い値を示し、葯は裂開せず完全自殖不稔を呈した。しかし雌性配偶子は機能をもち、F₁植物の352小花に母品種のフルツ1号で戻し交雑を行い7粒(着粒歩合1.99%)のB₁F₁種子を得ることが出来た。F₁の穂に袋かけを行わず

自然状態に放置したところ株当たり1.72%の着粒をみたがこれは真のF₂種子ではなく、近隣に栽植してある栽培品種の飛来花粉によって授精された所謂自然戻し交雑種子(Natural backcrossed seed)と考えられる。

F₁の形態は概して両親の中間性を示すが、穂は栽培小麦に、葉身上の毛茸の存在はチモフェービ小麦に似る。赤銹病に対しては子苗・成体ともに抵抗性を示した。F₁の主要形質を両親種と比較すれば第4表の通りである。

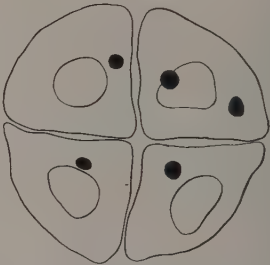
第2表 F₁(フルツ1号×*T.Timopheevi*)のMIにおける染色体の行動
Table 2. Meiotic behaviour of chromosomes at MI of PMCs of F₁ (Fultz No.1×*T.Timopheevi*)

調査項目 Items researched	接合の型 Type of association	I	II			III	IV	V	二価染色体 総数 Total number of bivalents calculated	観察細胞数 No. of cells observed
			末端接合 Open bivalents	両端接合 Closed bivalents	計 Total					
Range		8—21	1—10	1—7	4—12	0—3	0—2	0—1	7—12*	100
Mode		13	5	4	8	2	0	0	10	
Average		13.26	4.86	3.49	8.33	1.49	0.14	0.01	10.12	

* Calculated a trivalent as one bivalent, a tetravalent or a quinquivalent as two bivalents, respectively.

第3表 F₁とその両親の花粉4分子小核数の頻度
Table 3. Frequency of micronuclei in pollen tetrads of F₁ and its parents

花粉4分子小核数 Number of micronuclei in pollen tetrads	フルツ1号 Fultz No.1	F ₁	<i>Triticum Timopheevi</i>
0—0—0—0	559	21	558
0—0—0—1	3	71	2
0—0—1—1	1	93	3
0—1—1—1	0	48	1
1—1—1—1	0	19	0
0—0—0—2	0	9	0
0—0—1—2	0	23	0
0—1—1—2	0	18	0
1—1—1—2	0	13	0
その他 Others	0	195	1
計 Total	563	510	565
Meiotic index (%)	99.29	4.12	98.76



第3図 F₁の花粉4分子
Fig. 3. Pollen tetrad of F₁ plant

第4表 F₁と両親の形質の比較
Table 4. Comparison of some characters of F₁ and its parents

植物 Plants	調査項目 Items researched	2n	稈長 Culm length	穂長 Spike length	穂軸長 Rachis length	小穂数 Number of spikelets	穂密度 Spike density	穂数 Number of spikes	芒長 Awn length	葉身上的毛茸 Pubescent hairs on leaf blades
			cm	cm	cm				cm	
<i>Triticum Timopheevi</i>		28	121.7	5.1	4.0	24.0	5.75	16.0	5.4	有る Present
<i>T. vulgare</i> Fultz No.1		42	146.8	10.8	9.3	20.4	2.09	12.4	1.1	ない Absent
F ₁		35	139.1	10.3	8.9	20.4	2.18	61.2	2.7	有る Present

2. 雑種後代の赤銹病抵抗性系統

とその細胞遺伝学的観察

第1回戻し交雑によって得た7粒の B_1F_1 種子から6個体の成熟 B_1F_1 植物を養成したが、生態型21Bを子苗並びに成体に接種し自然感染の結果をも参考にして赤銹病抵抗性を検定したところ、抵抗性と判定されたものは個体番号②及び⑥（以下○を以て数字を囲み個体番号を示す）の僅か2個体にすぎなかった。これら B_1F_1 植物の細胞学的観察は行わなかったが、既報（遺伝学雑誌29（5~6）：215—222, 1954）の結果及び他組合せの観察結果から判断して恐らく $2n=40$ ないしそれに近い染色体数をもっていたことと思われる。これら2個体の自殖次代（ B_1F_2 ）並びに栽培品種による第2回戻し雑種（ B_2F_1 ）とそれらの子孫を養成し人工接種による赤銹病抵抗性の検定を行った結果、②はその子孫に抵抗性の個体なくこれを廃棄、また⑥の B_2F_1 及びその子孫も同様の理

由でこれを廃棄した。結局ここにこれから論じようとする材料は⑥の個体の自殖子孫であり、便宜上これにFTFの略号を付けることとする〔(Fultz No.1×Timopheevi)×Fultz No.1の略号〕。

今、この B_1F_1 FTF—⑥の諸形質を②のそれと比較すると第5表のとおりで、穂数以外の諸形質において⑥は②を遙かに凌駕し、就中、赤銹病抵抗性と稔性（自殖並びに戻し交雑による種子稔性）において優っていた。

さて⑥に由来した B_1F_2 植物は149個体得られ、これらに対し子苗並びに成体の接種を行って赤銹病抵抗性を検定した結果、子苗では全個体抵抗性を示したが成体で抵抗性を示したものは全体の約 $\frac{1}{6}$ 、46個体にすぎなかった。

この抵抗性を示した46個体の B_1F_2 個体群中から任意に選び出した数個体について $2n$ 数を調査したところ、いづれの個体も $2n=42$ あるいはそれに近い染色体数を示し（第6表及び第4図）、MIの染色体の接合も $2n=42$

第5表 抵抗性を示した B_1F_1 植物2個体の諸形質の比較Table 5. Comparison of some characters of 2 B_1F_1 plants resistant to leaf-rust

植物 Plants	調査項目 Items researched		個体 番号 Indiv. no.	稈 長	穂 長	穂軸長	小穂数	穂密度
				Culm length cm	Spike length cm	Rachis length cm	Number of spikelets	Spike density
Fultz No.1×T.Timopheevi×Fultz No.1			2	72.5	7.5	6.4	13.7	1.98
" " "			6	107.5	12.5	11.5	20.4	1.70

包 Empty glumes	額 巾 Length Width	包額指数 Empty glume index	芒 長 Awn length cm	穂 型 Shape of spikes	茎 数 Number of tillers	穂 数 Number of spikes	稃 色 Glume colour	稃 毛 Glume hairs	竜 骨 Keel
7.83	3.40	43.42	3.3	棒 状 Rod	36	32	淡 褐 Pale brown	な い Absent	不 良 Poor
8.13	3.35	41.21	0.6	錐 状 Spear	31	23	黄 Yellow	な い Absent	やや著しい Rather prominent

穂 当 り Per spike		子 苗 抵 抗 性 Seedling resistance		成 体 抵 抗 性 Adult resistance		自 然 感 染 In natural conditions	
着 粒 数 No. of seeds set	稔 性 Fertility	感 染 型 Infection type	反 応 Reaction	感 染 型 Infection type	反 応 Reaction	感 染 型 指 数 Infection type index	発 病 度 Severity
0.2	0.66	X	MR	0	R	0.4	1
15.4	37.75	0~1	R	0	R	0	不明* unknown

第2回戻し交雑
2nd back cross

花粉親品種名 Variety name of pollen parent	授粉小花数 No. of florets pollinated	着粒数 No. of seeds set	着粒歩合 Percent of seed setting
ナンブコムギ Nanbu-komugi	13	1	5.56
"	136	16	11.76

* 葉身は枯死し判定不能
Severity could not be determined
because of the leaf blades being
withered up.

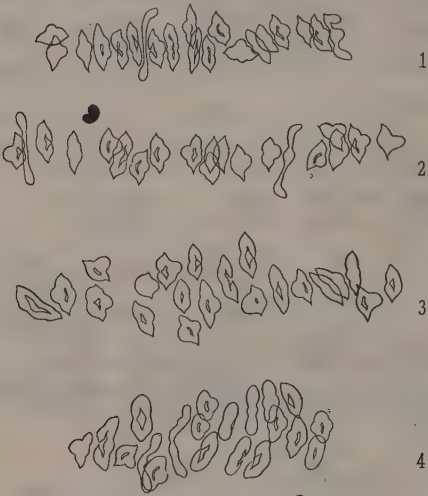
第 6 表 B_1F_2 若干個体の染色体数と主要接合型
Table 6. Somatic chromosome number and main meiotic configurations of several B_1F_2 plants

2n	40	41	42	その他 Others	計 Total
主 要 接 合 型 Main meiotic configuration	20π	20π+1Ⅰ	21π	20π+1f*	—
頻 度 Frequency	1	4	5	2	12

* 染色体断片を示す
“f” denotes a chromosome fragment

第 7 表 B_1F_2 の抵抗性個体の稔性の変異
Table 7. Variation of fertility of leaf-rust resistant plants in B_1F_2 population

稔 性 区 分 Class of fertility	種 子 稔 性 (%) Seed fertility					調 査 不 能 Undetermined	計 Total
	0	30	50	80	100		
個 体 数 No. of plants	3	5	27	10		1	46
%	6.5	10.9	58.7	21.7		2.2	100



第 4 図 B_1F_2 植物にみられた主要接合型
Fig. 4. Main meiotic chromosome configurations observed in several B_1F_2 plants.

- 1) 20π 2) 20π+1tⅠ
3) 21π 4) 20π+1f

の個体では21πまたは20π+2Ⅰを形成し、稀に 19π+4Ⅰを示したにすぎなく概ね安定していたが、ただ1個体の B_1F_1 植物に由来した B_1F_2 世代で染色体断片を有

する個体がこれらの中に混じって析出していることは初期世代の選抜上注意を要することと思われる。 B_1F_1 世代に比べ種子稔性は著しく向上し、80%以上の高稔性を示したものが全体の20%を越していた(第7表)。

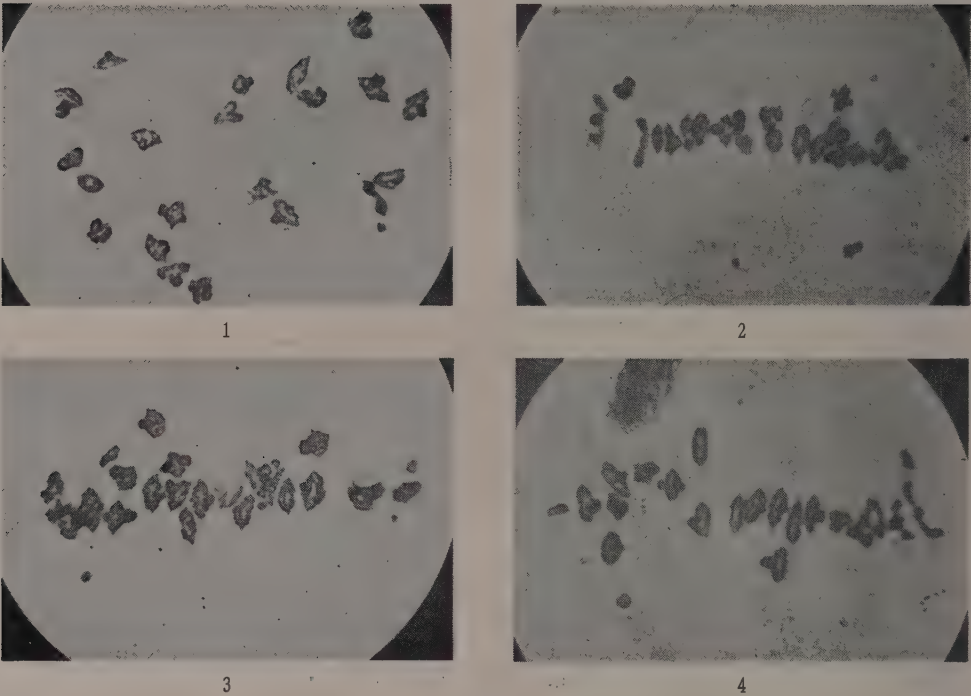
これを更に自殖して B_1F_3 世代を養成し子苗接種によって赤錆病抵抗性を検定した結果(第8表)、抵抗性について固定したと思われる系統が10系統得られた。すなわち FTF—6—30—12・—6—48—21・—6—53—24・—6—103—33・—6—105—34・—6—108—36・—6—112—37・—6—117—39・—6—124—41及び—6—129—45であり、これらについて形態・稔性並びに自然感染による成体の抵抗性を調査した。これら各系統はいづれもチモフェービ小麦に似て晩熟性を示したが、これ以外の系統で子苗期に罹病性個体を分離したが、比較的早生のものがあったのでこれも選抜系統の中に加えた(FTF—6—4—3)。これらの中から FTF—6—48—21・—6—103—33及び—6—112—37 をとり出してその若干個体について 2n 数及び成熟分裂の主要接合型を調査した結果は第9表のとおりで、2n=42の個体の外、2n=41, 41+f, 40+f(fは染色体断片)を示す個体が見出され(第5図)、FTF—6—103—33及び FTF—6—112—37の両系統において特に異数植物の析出が多かった。調査個体数は少かったが供試した3系統に関する限りFTF—6—48—21は2n=42に安定しているように思われる。

第 8 表 B_1F_3 —FTF 46系統の子苗接種結果
Table 8. Result of artificial inoculation in 46 strains of B_1F_3 —FTF

系 統 Strains	個体番号 Plant No.	感 染 型 Infection type				備 考 Remarks
		R	X	S	計 Total	
B_1F_3 FTF—6—	1	99	4	—	103	やや早生somewhat early
	3	4	151	1	156	
	4	81	94	—	175	
	5	35	80	34	149	
	8	29	68	8	105	
	9	—	18	10	28	
	17	27	99	2	128	
	18	—	83	43	126	
	22	28	21	4	53	
	25	74	17	1	92	
	28	60	71	—	131	不発芽not germinated
	30	154	—	—	154	
	31	8	115	9	132	
	33	36	65	46	147	
	34	4	4	—	8	
	37	1	101	33	135	
	41	56	50	5	111	
	42	—	—	—	—	
	44	—	—	—	—	
	45	14	79	27	120	
	48	21	—	—	125	不発芽 not germinated
	49	7	98	11	116	
	51	23	8	1	128	
	53	122	—	—	122	
	55	100	3	—	103	
	63	79	25	—	104	
	74	8	94	—	102	
	76	36	84	8	128	
	80	76	2	—	78	
	83	21	76	2	99	
	91	62	32	16	110	紛失 missed
	99	—	—	—	—	
	103	66	—	—	66	
	105	62	—	—	62	
	107	3	5	—	8	
	108	90	—	—	90	
	112	53	—	—	53	
	116	30	114	43	187	
	117	88	—	—	88	
	120	16	92	33	141	
	124	113	—	—	113	
	126	101	20	3	124	
	127	57	46	2	105	
	128	28	42	40	110	
	129	217	—	—	217	
	141	—	—	—	—	

第 9 表 B_1F_3 若干個体の染色体数と主要接合型
Table 9. Somatic chromosome number and main meiotic configurations of several B_1F_3 plants

2n	40+1 f	41	41+1 f	42	計
主 要 接 合 型 Main meiotic configuration	19 II+2 I+1 f	20 II+1 I	20 II+1 I+1 f	21 II	Total
頻 度 Frequency in					
FTF-6-48-21	—	—	—	5	5
FTF-6-103-33	1	9	5	—	15
FTF-6-112-37	—	9	—	1	10



第 5 図 B_1F_3 植物にみられた主要接合型(顕微鏡写真)
Fig. 5. Main meiotic chromosome configurations observed in several B_1F_3 plants. (Microphotographs)

1: $21n$ 2: $20n+1r$
3: $20n+1r+1f$ 4: $19n+2r+1f$

第 10 表 B_1F_3 若干個体の染色体接合型とその頻度
Table 10. Meiotic chromosome configurations and their frequencies at MI of PMCs of several B_1F_3 plants

植 物 Plants	個体番号 Plant no.	2n	染 色 体 接 合 型 Chromosome configuration	頻 度 Frequency	計 Total
FTF— 6— 48—21	17	42	$21n$ $20n+2r$	93 7	100
FTF— 6—103—33	4	41	$20n+1r$ $19n+3r$	96 4	100
" " " "	6	$41+1f$	$20n+1r+1f$ $19n+3r+1f$	90 10	100
" " " "	14	$40+1f$	$19n+2r+1f$ $20n+1f$	68 32	100
FTF— 6—112—37	8	42	$21n$ $20n+2r$	99 1	100

染色体数を異にする若干個体について MI の接合型を精査した結果は第10表に示したが、 $2n=42$ の個体では93%以上が 21II の固い接合を示し正常品種のそれと変りがない。

B_1F_3 —FTF の各系統の穂の形態は概ね反覆親のフルツ1号のそれに似ているがまだ個体によって芒の有無・穂の長短・密度等いろいろで、特にチモフェーピ小麦の特性である脱稃難を示す個体が多く、包穎は堅硬、竜骨は強く発達しているのが観察された。穂以外の形質でも変異の巾が著しく、茎数では1~65の間を変異し、稔性も前世代より向上してはいるものの26~91%と大きな変異

を示している。これら11系統の赤銹病に対する圃場での自然感染の結果をみると、 B_1F_2 の場合と同様に子苗期には全個体抵抗性を示したにかかわらず成体ではかなり多量に罹病性個体の出現が認められた。特に早生性のため選抜した FTF—6—4—3の1系統は全個体中位の感受性を示し、その他 FTF—6—103—33—6—112—37において罹病性個体の出現が多くみられた。 B_1F_3 世代で赤銹病抵抗性・稔性・脱稃性・茎数の点で最も有望と思われる系統は FTF—6—48—21であり、子苗・成体ともに完全免疫を示し、栽植した33個体の平均稔性は76.95 \pm 1.4810、平均茎数は28.32 \pm 2.1125であり、脱稃性“中”

第11表A B_1F_4 若干個体の染色体数と染色体接合型Table 11—A. Somatic chromosome number and meiotic chromosome configurations of several B_1F_4 plants

系 統 Strains	個体番号 Plant no.	$2n$	接 合 型 Chromosome configuration			観察細胞数 No. of cells observed
			21II	$20\text{II}+2\text{I}$	$19\text{II}+4\text{I}$	
FTF—6—4—3—13	1	42	41	7	2	50
	2	42	50	—	—	50
	3	42	45	4	1	50
	4	42	46	4	—	50
	5	43	—	—	—	50*
	6	42	49	1	—	50
	7	42	40	10	—	50
	8	42	50	—	—	50
	9	42	49	1	—	50
	10	42	48	2	—	50
FTF—6—30—12—19	1	42	41	8	1	50
	2	42	33	16	1	50
	3	42	48	2	—	50
	4	42	45	5	—	50
	5	42	48	2	—	50
	6	42	49	1	—	50
	7	42	47	3	—	50
	8	42	48	2	—	50
	9	42	43	7	—	50
	10	42	47	3	—	50
FTF—6—48—21—17	1	42	48	2	—	50
	2	42	48	2	—	50
	3	42	44	6	—	50
	4	42	43	7	—	50
	5	42	43	5	2	50
	6	42	48	2	—	50
	7	42	48	2	—	50
	8	42	46	4	—	50
	9	42	45	5	—	50
	10	42	36	11	3	50

* この個体の染色体接合型と頻度は次のとおり

Meiotic chromosome configurations and their frequencies of this plant are as follows :

$$\left\{ \begin{array}{l} 1\text{III}+20\text{II} \cdots \cdots 38 \\ 21\text{II}+1\text{I} \cdots \cdots 8 \\ 20\text{II}+3\text{I} \cdots \cdots 1 \\ 1\text{III}+19\text{II}+2\text{I} \cdots \cdots 3 \end{array} \right.$$

ないし“易”の個体が24個体(16:8)含まれていた。自然感染で罹病した植物若干個体の被害葉を採取してその上の赤錆病菌の生態型を同定したところ大部分は5A・6A及び21Bであり、その他6B・9B・21A及び37Bの存在も僅かながら確認された。

B₁F₃ 世代で選抜した11系統から次代 B₁F₄ 世代80系統を育て、それらについて赤錆病抵抗性・稔性及び形態を調査するとともに、一部の系統の若干個体について染色体の行動を調べた。子苗期の赤錆病抵抗性検定の結果、前世代で抵抗性を示したにかかわらず B₁F₄ 世代で罹病個体を分離した系統は僅か3系統で、他は抵抗性について固定したものとみなされる。

細胞遺伝学的観察は最有望系統FTF—6—48—21—17(前年度系統内で最高稔性 87.73%を示し、脱粒易の免疫個体に由来)を含む6系統60個体について行ったが、その結果は2n=42の正常個体を多く析出する系統と異数植物を多く析出する系統と2群に分れた。前者を第11表—Aに、後者を同一—Bにかかげた。この場合も FTF—6—48—21—17は細胞学的に安定していることを示している。B表記載の3系統はいづれも高頻度で異数植物を析出しているが特に FTF—6—103—33—6の系統において染色体断片(fragment)や腕相同染色体(isochromosome)を有する個体が多数観察されているのが目立つ(第6図)。供試した60個体中 monosomics (2n=

第11表B B₁F₄ 若干個体の染色体数と接合型Table 11—B Somatic chromosome number and meiotic chromosome configurations of several B₁F₄ plants

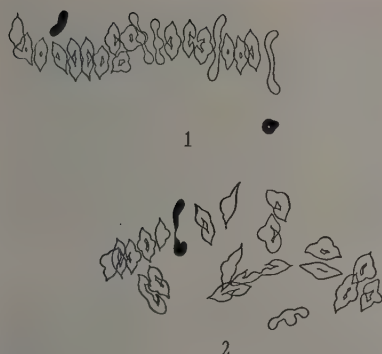
系 統 Strains	個体番号 Plant no.	2n	染 色 体 接 合 型 Chromosome configuration	頻 度 Frequency	観察細胞数 No. of cells observed
FTF—6—103—33—6	1	42		48	50
	2	40+1 f	{ 20π+1 f	2	
	3	41+1 f	{ 19π+2 r +1 f		
	4	41+1 f			50
	5	41+1 f	{ 21π*	22	
	6	41+1 f	{ 20π+1 r +1 f	28	
	7	41+1 f			50
	8	42	{ 21π**	2	
	9	41+1 iso	{ 20π+1 r +1 iso	44	
	10	41	{ 19π+3 r +1 iso	4	
FTF—6—112—37—12	1	42			50
	2	42	21π	50	
	3	42			
	4	42			50
	5	42			
	6	41	{ 20π+1 r	46	
	7	42	{ 19π+3 r	4	
	8	41			50
	9	42			
	10	41			
FTF—6—117—39—9	1	42			50
	2	42		37	
	3	42+1 f	{ 21π+1 f	4	
	4	42	{ 20π+2 r +1 f	9	50
	5	42	{ 1π+20π*		
	6	42+1 f			
	7	42			50
	8	43	{ 21π+1 r	32	
	9	42	{ 1π+20π	17	
	10	41+1 f	{ 1π+19π+2 I	1	

* 断片が接合して2価あるいは3価染色体を形成するが、真の2価あるいは3価染色体とはいわれない。

A bivalent or a trivalent being formed because of a fragment associated, they are different from a real bivalent or a real trivalent in content.

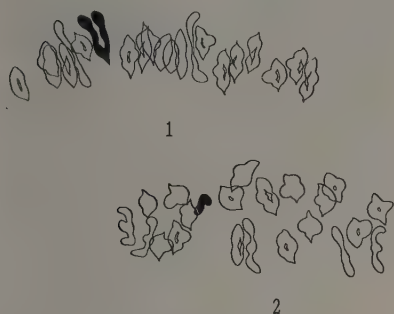
** 腕相同染色体(iso-chromosome)と正常染色体が接合したもの

Conjugation between iso- and normal-chromosome.



第6図 B_1F_4 植物にみられた腕相同染色体
Fig.6. An iso-chromosome observed in a B_1F_4 plant.

1: $20II + 1I + iso.$ 2: $20II + (1 + iso)II$



第7図 B_1F_4 世代に析出したトリゾミック植物の染色体接合型
Fig.7. Meiotic chromosome configurations of trisomic plants appeared in B_1F_4 generation

1: $1III + 20II$ 2: $21II + 1I$

41) は4個体, trisomics ($2n=43$) は2個体観察され、前者ではどの個体も $20II + 1I$ が主要接合型となっているが、後者では $1III + 20II$ にモードを有するもの (FTF—6—4—3—13—⑤) と $21II + 1I$ にモードを有するもの (FTF—6—117—39—9—⑥) と2種類に分れた(第7図)。このような染色体断片あるいは腕相同染色体は子孫に伝えられるものであり、しかも外形的には正常植物とは識別し難く、他の異数植物とともに育種上の観点から当然廃棄されるべきものである。こうして著者等は子苗・成体ともに赤銹病に対して強い抵抗性を示し、稔性が高く脱粒容易な FTF—6—48—21—17 を最有望系統として選び、この中から高稔性の順に10個体を選抜してそれから B_1F_5 世代を養成した。この世代では10系統すべて赤銹病菌生態型21Bに対し完全免疫を示し、細胞学的にも $21II$ を形成して極めて安定し完全な栽培型小麦といえる。第12表に B_1F_5 —FTF—6—48—21—17—2 の主要形質を25個体の平均値でかかげ、その穂の形態を両親種のそれとともに第8図に示した。第9図は赤銹病菌生態型5Bに対する本系統の子苗及び成体の反応を示したものである(フルツ1号は生態型21Bに対し子苗では抵抗性を示すため5Bによる反応をかかげた)。

さてわれわれはこれまで赤銹病以外の小麦の諸病害及び一般経済形質は度外視して専ら赤銹病、就中、東北地方に分布する病原性最強の生態型21Bに対する抵抗性についてだけ選抜をつづけ、ここに FTF という赤銹病に対し強度の抵抗性を示す系統を得るに至ったのであるが、 B_1F_4 世代を栽培した1957年は異常な年で東北地方に従来余り発生をみなかった黒銹病が試験地周辺に大発生し、FTF—6—48—21—17を始めFTFの全系統がこれに酷く犯された。

第12表 FTF—6—48—21—17—2 の主要形質
Table 12. Main characters of a strain, FTF—6—48—21—17—2

稈長 Culm length	穂長 Spike length	穂軸長 Rachis length	小穂数 Number of spikelets	穂密度 Spike density	芒長 Awn length	一穂当り Per spike		茎数 Number of tillers	穂数 Number of spikes
						着粒数 No. of seeds set	稔性 Percent of fertility		
cm 142.4	cm 11.6	cm 10.4	20.0	1.84	cm 0.7	33.8	% 84.58	29.3	27.9

稈色 Glume colour	稈毛 Glume hairs	穂型 Spike form	脱稈性 Degree of glume adherence	赤銹病抵抗性 Leaf-rust resistance		黒銹病抵抗性 Stem-rust resistance
				子苗 Seedling	成体 Adult	
黄 Yellow	ない Absent	棒状 Rod	易 Easy	強抵抗性 Highly resistant	強抵抗性 Highly resistant	感受性 Susceptible

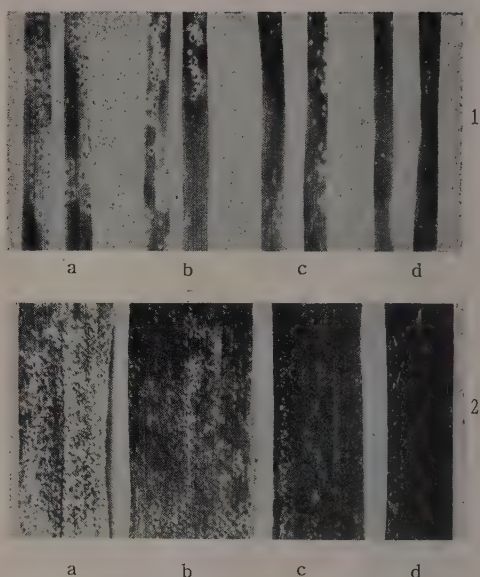


第8図 栽培小麦（フルツ1号）とチモフェービ小麦の種間雑種から得られた *vulgare-type* の赤錆病抵抗性系統

Fig.8. A leaf-rust resistant strain of *vulgare-type* derived from the interspecific hybridization between common wheat (Fultz No.1) and *T. Timopheevi*

4. 考 察

チモフェービ小麦はコーカサス山麓ジョージアの固有種で、 $2n=28$ 染色体群に属するが2粒系小麦とは異なるゲノムGを有し、穂はコンパクト小麦 (*T. compactum* Host.) に似て密穂、稈毛を有し、竜骨の発達が極めて顕著、頂歯は鋭く脱粒難、葉身上には粗毛が密生し、形態的にも特異な形質をもっている。しかし本種が育種学的に注目される理由は赤錆病・黒錆病・黒穂病・白沢病等小麦の主要病害に対して著しい抵抗性を示す点にある。山田 (1958) によればわが国の赤錆病菌には1・2・5・6・9・21・37及び45の8系統の生態型群が存在し、病原性の強さからいえば生態型群21の“Biotype B”が最も強く、北東北から北海道に亘って分布することが確認されており、この地方での小麦の育種はこれを対象として行われねばならぬわけであるが、現在栽培品種の中で21Bに対し抵抗性を示すものがなく、われわれは抵抗性の給源をコムギ類 *Triticinae* 内の近縁野生種、就中、*Triticum* 属の1種、*T. Timopheevi* Zhuk. に仰いでい



第9図 赤錆病菌生態型5Bに対するFTF系統とその両親の子苗並びに成体反応（対称としてナンブコムギを併置）

Fig.9. Seedling- and adult-reactions of FTF strain and its parents to a race 5 B of *Puccinia triticina* Eriks. (arranged a variety, Nanbu-komugi for control)

- 1: 子苗反応 (seedling reaction)
- 2: 成体反応 (adult reaction)
- a. *T. vulgare* (Nanbu-komugi)
- b. " (Fultz No.1)
- c. FTF
- d. *T. Timopheevi* Zhuk.

る。しかしわれわれのもっている本種3系統のうちアメリカから導入した系統Ⅲは21Bに対してやや抵抗性を欠き、京都大学農学部から分譲を受けた他の2系統の中、系統Ⅰは過敏性斑点を示すため、専ら系統Ⅱを用いてこれと栽培品種の種間交雑から前者の赤錆病抵抗性因子を後者に導入しようとした。従来この両種間の交雑は極めて困難であるとされ、チモフェービ小麦を母とし普通系小麦を授粉すると F_1 種子は容易に出来るが全然発芽せず、またこの逆交雑ではチモフェービ小麦の花粉管が普通系小麦の柱頭上ではよく発芽伸長しないために雑種種子は得られないといわれていたが、その後相次いで交雑の成功が報じられ (Kostoff, 1936; 田中, 1937; Pridham, 1939; Love, 1941; Shands, 1941; Allard, 1949)、われわれも正逆いづれの方向からも成熟 F_1 を得ているが雑種生成歩合は極めて低かった (渡辺, 1953; 渡辺・百足, 1954; 渡辺, 1955)。ここに扱った FTF

系統はフルツ 1 号× *T. Timopheevi* の交雑から得られたものの後代であるがこの際も雑種生成歩合は 4.12% と極めて低い値を示していた。

F_1 の成熟分裂は片親に *Emmer* 系的小麦を用いた五倍雑種に比べ甚しく不規則で、配偶子への染色体の分配が不均等となり花粉稔性はほとんど 0 に等しく、蒴は裂開せず完全自殖不稔を呈するが、多くの種間雑種がそうであるようにこの場合も雌性側の配偶子は受精機能をもち栽培品種で戻し交雑することによって極く低率ながら B_1F_1 種子を得ることができた。

F_1 植物に袋を掛けずに自然状態で放置すると年次によって差はあるが、かなりの程度に結実する。これは既報(渡辺・百足・斎藤, 1958)したように栽培品種の浮遊花粉による自然戻し交雑種子であると考えられる。著者等はこれまで極めて多数の F_1 の穂に袋掛けを行って自殖を強制してきたが着粒した例はわずか 2 粒だけで、このうち成熟に達したものはコケシコムギ× *T. Timopheevi* の F_1 に由来した 1 個体にすぎず、しかもその $2n$ 数は 69 を示し復旧核に近い配偶子が形成されて正常花粉により受精されたものである(未発表)。種間あるいは属間の F_1 が、その花粉稔性が 0 またはほとんど 0 に近いにもかかわらず近隣に栽植してある他品種または他種の花粉によって受精されることは、Watanabe and Mukade (1959) の *T. Timopheevi* × *Secale cereale* の “open F_2 ” で核学的に証明されている。自然戻し雑種はこれまで多数養成され、赤銹病抵抗性が検定されたが抵抗性の個体はまだ見つかっていない。

さて、 B_1F_1 世代で抵抗性を示した 1 個体に更に栽培品種で戻し交雑したものの中には抵抗性の個体は皆無であったが、自殖によって抵抗性因子は子孫に保持された。戻し交雑法は以前大家畜の形質の固定に用いられた育種法であり Harlan et Pope (1922) により小粒穀類の育種にも有効であることが指摘されて以来、Briggs (1930), Shands (1941), Pugsley (1949) 及び Allard (1949) 等によって耐病性品種の育成に適用されて大きな効果をあげてきたが、本法はまた種間雑種の後代で稔性の向上を図る上にも極めて有効である。しかし抵抗性に関する因子が単純な場合連続 2 度の戻し交雑では多数の B_2F_1 個体を養成するのでなければ抵抗性因子を見失う危険がある故、1 度の戻し交雑で形態的に反覆親に似てきた場合は以後この場合のように自殖によって抵抗性因子を保持する方が得策のように思われる。著者等は栽培品種とカモジグサ (*Agropyron*) との属間交雑も扱っているが、この場合は F_1 が形態的にカモジグサに酷

似しているためと染色体的に $2n=42$ にはほど遠い複雑な接合を示しているために連続 2 回の戻し交雑を行っても関与する因子の数が多いためであろうか、それでなお抵抗性がよく保持されている。稔性の回復と反覆親への形態的復帰だけを目的とする場合は連続多数の戻し交雑を行うことにより達成されようが、耐病性因子を目的とする場合は関与する因子の数を考慮せずに行う過度の戻し交雑は却ってマイナスの効果を収めるのではなからうか。戻し交雑の有効回数を決定することは今後の重要な問題であると思われる。

B_1F_1 を自殖して生じた B_1F_2 世代で染色体断片をもつ個体の出現をみ、また B_1F_4 世代では腕相同染色体の形成が観察されたが、恐らく後者のもっと多数個体について調査したならば B_1F_2 世代でも観察されたかもしれない。染色体断片は染色体の切断によって生ずるもので、切断は X 線や放射線あるいは諸種の化学薬品によって惹起させられることが知られているが、自然状態でもまたしばしば生じている。腕相同染色体の生成は 1 個染色体の “misdivision” に由来するもので、切断も “misdivision” もともにその起原は不明である。育種の初期世代でこのような遺伝性の異常が生ずるということは、このような種間あるいは属間交雑によって育種を進めて行く上に初期世代で細胞学的淘汰を厳重に行わねばならぬことを示している。

さてわれわれは耐病性に関しては他の病害は考慮せずこれまで赤銹病抵抗性についてだけ選抜をつづけ、 B_1F_4 世代に抵抗性について固定し細胞学的にも形態的にも “vulgar-type” に安定した FTF-系統を得たのであるが、1957 年、東北地方にはめつたに発生しない黒銹病が試験地周辺に大発生しこれに甚しく犯された。親のチモフェビ小麦は赤銹・黒銹両者に対して抵抗性を示すものであるから、もし Hayes et al. (1934) のいうように黒銹病抵抗性と赤銹病抵抗性ととの間に連鎖が存在するものならば、ここに育成された FTF-系統がこのように甚しく黒銹病に犯されるはずがない。恐らく赤銹病抵抗性と黒銹病抵抗性とは独立して遺伝するものであろう。そして育成過程の初期世代、恐らく B_1F_1 世代で黒銹病抵抗性因子を見逃したものと考えられる。またこの系統で問題になるのは赤銹病抵抗性と晩熟性とが密に相関していることで恐らくこの両因子は連鎖しているものと考えられる。今後われわれは黒銹病抵抗性の付与と早生化という 2 点に重点をおいて研究を進めて行きたい。

5 摘 要

1. フルツ1号(*Triticum vulgare* Vill. $2n=42$, AA BBDD) × チモフェービ小麦 (*T. Timopheevi* Zhuk. $2n=28$, AAGG) から14個体の成熟 F_1 植物を得た。赤銹病に対しては子苗・成体ともに抵抗性を示した。
2. F_1 は完全自殖不稔を呈したがフルツ1号で戻し交雑して6個体の成熟 B_1F_1 植物を獲得した。赤銹病に対し子苗・成体ともに抵抗性を示したものはこのうちただ1個体にすぎなかった。
3. この1個体の B_1F_1 の自殖次代, B_1F_2 植物149個体中子苗・成体ともに抵抗性を示したものは46個体であった。
4. $B_1F_2 \cdot B_1F_3 \cdot B_1F_4$ 各世代の1部につき細胞学的調査を行い, B_1F_4 —FTF—6—48—21—17を抵抗性について固定し“vulgare-type”に安定した有望系統として選抜した。
5. B_1F_2 世代で染色体断片を, また B_1F_4 世代では腕相同染色体を観察したことは, 種属間交雑利用の育種に際し初期世代の細胞学的淘汰を嚴重にせねばならぬことを示した。
6. B_1F_5 世代で稔性は85%を示し, ほとんど無芒・脱粒容易なフルツ1号類似の系統が確立された。
7. 本系統は黒銹病に対して甚しい感受性を示し且つ晩熟であった。

6. 参 考 文 献

1. Allard, R. W. 1949. A cytogenetic study dealing with the transfer of genes from *Triticum Timopheevi* to common wheat by backcrossing. Jour. Agr. Res. 78(3-4):33-64.
2. Briggs, F. N. 1930. Breeding wheats resistant to bunt by the backcross method. Jour. Amer. Soc. Agron. 22:233-244.
3. Briggs, F. N. & R. W. Allard. 1953. The current status of the backcross method of plant breeding. Agron. Jour. 45(4):131-138.
4. Chester, K. S. 1946. The nature and prevention of the cereal rust as exemplified in the leaf rust of wheat. Chronica Botanica Co. Waltham pp. 269.
5. Dickson, J. G. & R. G. Shands. 1933. Disease resistant wheats recently introduced from Russia. Phytopathology:23(1):8-9.
6. Harlan, H. V. & M. N. Pope. 1922. The use and value of backcross in small grain breeding. Jour. Hered. 13:319-322.
7. Hayes, H. K., E. R. Ausemus, E. C. Stakman & R. Bamberg. 1934. Correlated inheritance of reaction to stem rust, leaf rust, bunt, and black chaff in spring wheat crosses. Jour. Agr. Res. 48:50-66.
8. Kihara, H. 1934. Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops*. V. F. Lilienfeld & H. Kihara: *Triticum Timopheevi* Zhuk. Cytologia 6:87-122.
9. Kostoff, D. 1936. Studies on the polyploid plants. X. Amphidiploid *Triticum Timopheevi* Zhuk. × *Triticum monococcum* L. Compt. Rend. Acad. Sci. S. S. S. R. 1(X):No.1:37-41.
10. Love, R. M. 1941. Chromosome behaviour in F_1 wheat hybrids. I. Pentaploids. Canad. Jour. Res. 19 C (9):351-369.
11. Mains, E. B. & H. S. Jackson. 1926. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss. Phytopathology 16:89-120.
12. 盛永俊太郎. 1949. 育種と耐病性品種. 農及園. 24(11):761-765.
13. Pridham, J. T. 1939. A successful cross between *Triticum vulgare* and *Triticum Timopheevi*. Jour. Australian Inst. Agr. Sci. 5(3):160-161.
14. Pugsley, A. T. 1949. Backcrossing for resistance to stem rust of wheat in South Australia. Emp. Jour. Exp. Agr. 17:193-198.
15. Shands, R. G. 1941. Disease resistance of *Triticum Timopheevi* transferred to common winter wheat. Jour. Amer. Soc. Agron. 33(8):709-712.
16. Stakman, E. C., M. N. Levine, & W. Q. Loegering. 1944. Identification of physiologic races of *Puccinia graminis tritici*. U. S. Dept. Agr., Agr. Res. Adm., Bur. Entom. Pl. Quarant. E-617:1-27.
17. Svetozarova, V. V. 1939. Second genom of *Triticum Timopheevi* Zhuk. Compt. Rend. Acad. Sci. S. S. S. R. 23(5):473-477.
18. 田中正雄. 1937. 種々の染色体を有する小麦の柱頭に於けるチモヘービ小麦化粉の発芽に就て. 遺雜. 13(1):68-70.
19. 渡辺好郎. 1953. *Triticum Timopheevi* × *Triticum vulgare* より得たる F_1 の成熟分裂, 形態及び稔性について. 育雜. 2(3):173-177.
20. 渡辺好郎・百足幸一郎. 1954. (*T. Timopheevi* × *T. vulgare*) の戻交雑第一代植物の細胞遺伝学的研究. 遺雜. 29(5-6):215-222.
21. 渡辺好郎. 1955. 普通系小麦とチモフェービ小麦間の交雑能力について. 東北農業試験場研究報告. 第4号:87-91.
22. 渡辺好郎・百足幸一郎. 1955. 普通系小麦5種と *Triticum Timopheevi* より得たる F_1 の成熟分裂. 遺雜. 30(1):24-33.
23. _____ . _____ 1957. 小麦とカモジグサの属間雑種に関する細胞遺伝学的研究, 第1報

- Triticum vulgare* Vill. \times *Agropyron glaucum* Roem. et Schult. より得たる F_1 の染色体の行動と形態. 遺雑. 32 (4): 136~146.
24. Watanabe, Y., K. Mukade & M. Yamada 1957. Introduction of the leaf-rust resistance to wheat variety from *T. Timopheevi*. Wheat Information Service. No. 6:9-10.
25. 渡辺好郎. 1957. 種属間交雑による耐病性小麦の育種. 農及園. 32(10):1447-1450; 32(11): 1593-1598.
26. 渡辺好郎・百足幸一郎・斎藤省三. 1959. 普通小麦と *Triticum Timopheevi* の自然戻し雑種について. 東北農業研究. 第1号: 87-88.
27. Watanabe, Y. & K. Mukade. 1959. Cytogenetical studies on the intergeneric F_1 plants obtained by embryo-culture between *Triticum Timopheevi* and *Secale cereale* and their open F_2 progenies. Jap. Jour. Genet. 34(1):1-8.
28. 渡辺好郎・百足幸一郎. 1959. 小麦とカモシグサの属間雑種に関する細胞遺伝学的研究, 第2報 *Triticum vulgare* Vill. \times *Agropyron glaucum* Roem. et Schult. より得たる戻交雑第一代植物の染色体の行動. 遺雑. 34(1): 34-40.
29. 山田昌雄. 1958. 小麦赤銹病菌の病原性分化と抵抗性品種の育成. 植物防疫. 12(3): 99-101.
30. Zhukovsky, P.M. 1928. A new species of wheat. Bull. Appl. Bot. 19(2):59-66.

Résumé

With an aim to introduce the leaf-rust resistance to common wheat variety from *Triticum Timopheevi* Zhuk., 14 F_1 plants were raised in 1953 from 93 seeds obtained by pollinating 340 florets of Fultz No. 1 (*T. vulgare* Vill.) with *T. Timopheevi*. F_1 plants were highly self-sterile because of their meiotic irregularities, but 7 B_1F_1 seeds were obtained from 352 florets of F_1 's pollinated with the pollens of Fultz No. 1, and 6 of them germinated and reached maturity. It was found that one plant showed leaf-rust resistance in both seedling and adult stages by an artificial inoculation with physiologic race 21 B of *Puccinia triticina* Eriks. prevailing over Tōhoku districts of Japan most virulently among several physiologic races. This plant was fertile, and gave the progenies with high leaf-rust resistance.

Of 149 B_1F_2 plants, 46 showed high resistance to leaf-rust in both seedling and adult stages. Several plants were picked up at random from these 46 B_1F_2 plants, and meiotic chromosome behaviour was observed under microscope (Table 6). The B_1F_3 populations derived from 46 resistant B_1F_2 plants were subjected in the seedling stage to the artificial inoculation by the physiologic race 21 B in the greenhouse. Consequently, 11 strains were selected in the nursery which appeared to be homozygous for the resistance. But some of them showed segregation for the resistance in the adult stage. From the results of cytological and pathological investigations, a strain of FTF -6-48-21 seemed to be the most promising.

The cytogenetical study was carried out in detail for 60 plants from 6 strains selected at random out of 80 B_1F_4 strains derived from 11 B_1F_3 strains (Table 11).

Some of these strains included a number of aneuploids having a chromosome fragment, but the strain, FTF-6-48-21-17 derived from FTF -6-48-21, showed exclusively 21 bivalents tied closely at MI in PMC's.

Although there was still a wide range in segregation for morphological types in B_1F_4 generation, no tendency of glume adherence which is typical for *T. Timopheevi* was found in the strain, FTF -6-48-21-17. Its seed fertility was considerably high. Hereupon, FTF-6-48-21-17 was selected as the most promising strain, from which highly leaf-rust resistant progenies of vulgare-type had been reproduced. The time of maturity was a little later than the common winter wheat varieties, and the efforts to try to obtain an early-matured strain resistant to leaf-rust have come to failure perhaps on account of the existence of linkage between leaf-

rust resistance and late-maturity of *T. Timopheevi*.

Furthermore, to our great regret, this FTF strains were attacked severely by the stem-rust epidemics in June, 1957, which had been very rare in Tōhoku districts.

Notwithstanding that *T. Timopheevi* is resistant to both leaf-rust and stem-rust, the FTF strains derivd from *T. Timopheevi* were susceptible to the latter. Therefore, it is assumed that the stem-rust resistant gene or genes must have been missed already in the B_1F_1 generation.

馬鈴薯萌芽抑制剤 Belvitan Kに関する試験

大 泉 久 一・西 入 恵 二・桂 勇

The experiment on Belvitan K as a chemical
inhibitor of sprouting in potatoes

Hisakazu ÔIZUMI, Keiji NISHIIRI and Isami KATSURA

1. 緒 言

馬鈴薯は一般に低温のもとに貯蔵すると、萌芽伸長が抑制され、比較的長期の貯蔵に耐え得るが、高温になると呼吸量の増大にともない萌芽伸長が促進され、体内成分は消耗し、収縮・腐敗等を招く。したがって寒冷地においては、3〜4月までは普通貯蔵でよいが、4月頃から新薯（地物）の出廻る7月頃までは品質低下が著しく萌芽抑制の手段が必要となる。塊茎の萌芽を抑制する方法としては、かつてGuthrie氏¹⁾・杉山氏²⁾らの実験によってナフタレン醋酸メチルエステル（MENA）による処理が効果的であることが認められた。そして1950年このMENAを主成分とする薬剤（Daw Sprout Inhibitor DUST）がとり入れられてから、各地において順次 Belvitan K・MH・Nonanol及びCl-IPC等の各種萌芽抑制剤について試験が行われ、すでに実用化の段階に至っているものも少くない。当場においても、過般来これらの萌芽抑制剤に関する試験を続けてきたが、その一環として1953年から'57年にわたり Belvitan Kについて、萌芽抑制の効果を確認し、更に処理塊茎の生理的特性及び夏秋作栽培における種薯価値等の諸点を明らかにし得たのでここにその概要を報告する。

本実験は振興局研究部との連絡のもとに実施したものであり、本試験を実施するにあたり常に御こんとくな御指導を賜った前部長農学博士田口啓作氏並びに校閲を賜った現部長農学博士八柳三郎氏に対し厚く感謝の意を表する次第である。なお薬剤の入手に当って日本特殊農薬株式会社の協力を得たことを附記する。

2. 試 験 方 法

1. 供用品種 男爵薯・農林1号
2. 処理時期 秋（9〜12月）及び翌春（4月）の1回または2回処理。
3. 処理方法並びに貯蔵方法 木箱（リンゴ箱大、

大型蜜柑箱大）に上薯5〜30kgを詰めながら、生いも1kg当り1〜5gの割合の Belvitan K をふりかけ、蓋をし、パラフィン紙で目張した区（密封区）と、しない区（不密封区）を設けた。しかして貯蔵場所は4月まで地下室、以後は地下室・屋内及び硝子室の3場所とした。

4. 夏秋作の栽培法 植付期は7月21〜24日、栽植密度は畦目60cm・株間24cm及び30cmとし、その他は一般耕種基準にしたがった（1区0.1a、2連）。

3. 試験結果並びに考察

1. 処理時期並びに薬量について

処理時期並びに薬量に関する試験結果は第1図並びに第1表に示すとおり、秋・春2回処理の場合は、1回処理に比べ顕著な効果がみられた。なお1回処理の場合は、供試した両品種とも春処理区は秋処理区に比べて萌芽抑制効果が優った。⁷⁾ このことは秋処理の場合は、その薬効が4月頃までにすでに相当程度が消失することによる。次に2回処理の場合における適濃度試験を行った結果、その萌芽状態からみて供試貯蔵条件下においては両品種とも秋末1g及び春1.5gの2回処理が、その効果並びに経済性の面から最適とみられた。また第1回目の処理時期については、萌芽開始後の12月処理区は、開始前の9〜11月処理区に比べて効果が劣る点から、萌芽の開始前すなわち11月頃に行うのが適当と認められた（第2表）。なお品種間では、各種試験を通じて、農林1号が男爵薯より感受性がやや優り、前記した MENA の処理による場合⁵⁾と同様の傾向が見られた。

2. 貯蔵方法について

容器の密封の有無が萌芽抑制効果に及ぼす影響を調査した結果、密封の有無の差はほとんどなく、いずれも抑制効果が顕著に認められ、一般に木箱の覆蓋貯蔵法が簡便であること、及び木箱にすき間の少ない時には特に目張りの必要がないことなどを明らかにした（第2図）。しかしながら予報⁶⁾でも記述したように、口径1.5cmの

第 1 表 処理薬量の相違と萌芽抑制効果 (1955)

品 種	処 理 薬 量		萌 芽 薯 数 歩 合	薯 1 個 当 り 平 均			薯 重 減 少 歩 合	皺の多少	根の多少
	秋 11月18日	春 4月18日		萌芽目数	最長芽長	芽 根 重			
男 爵 薯	0	0 *	100	6.3	5.9	9.7	23.0	多	中～多
	0	0	100	6.2	4.6	10.2	25.7	多～甚多	中～多
	0.5	1.5	20	0.2	0.2	0.1	2.4	少	無
	1.0	1.5	17	0.3	0.3	0.0	4.0	少～中	無
	1.5	1.5*	23	0.3	0.1	0.1	9.1	少～中	無
	1.5	1.5	3	0.0	0.0	0.0	4.5	少～中	無
	1.5	0.5	80	1.6	0.7	0.7	11.1	少～中	無
	1.5	1.0	67	1.1	0.5	0.5	6.8	少～中	無～少
農 林 1 号	0	0 *	100	5.1	9.0	8.9	22.4	多	少～中
	0	0	100	5.5	8.4	8.6	20.9	多～甚多	中
	0.5	1.5	28	0.3	0.2	0.0	23.0**	中	無
	1.0	1.5	29	0.3	0.3	0.1	8.9	少～中	無
	1.5	1.5*	10	0.1	0.1	0.0	10.1	中	無
	1.5	1.5	15	0.1	0.0	0.0	10.6	少～中	無
	1.5	0.5	71	1.3	0.9	0.6	16.5	中	無
	1.5	1.0	70	0.9	0.6	0.2	14.4	中	無

注 1) 貯蔵方法：箱詰密封地下室貯蔵 (* は不密封区)，薬量は薯 1 kg 当り (以下同)

2) 調査期日：1955 年 7 月 11 日 1 区 30 個調査 (以下同)

3) 貯 蔵 量：1 区 4 kg

4) **: 腐敗多

第 2 表 処理時期の相違と萌芽抑制効果 (1955)

品 種	処 理 時 期	萌 芽 薯 数 歩 合	薯 1 個 当 り 平 均			薯 重 減 少 歩 合	腐敗薯 数歩合	皺の多少
			萌芽目数	最長芽長	芽 根 重			
男 爵 薯	無 処 理	100	6.2	4.6	10.2	25.7	0	多～甚多
	9月30日 + 4月18日	0	0.0	0.0	0.0	4.6	0	少
	11. 18 + 4. 18	3	0.0	0.0	0.0	4.5	0	少～中
	12. 24 + 4. 18	40	0.5	0.3	0.1	2.9	2.6	少～中
農 林 1 号	無 処 理	100	5.5	8.4	8.6	20.9	6.9	多～甚多
	9月30日 + 4月18日	0	0.0	0.0	0.0	6.3	0	少
	11. 18 + 4. 18	15	0.1	0.0	0.0	10.6	7.7	少～中
	12. 24 + 4. 18	33	0.4	0.2	0.0	16.0	6.0	多

注 1) 調査期日：7 月 11 日～14 日

2) 薬 量：薯 1 kg 当り 1.5 g 秋・春 2 回

3) 貯 蔵 量：1 区 8～10 kg

孔 3 個を有する蓋をした程度のすき間において効果は著しく減退したことから、有効成分の揮発に関しては充分留意する必要がある。なお本剤の性格についてはすでに紹介されているが、その特性として、揮発性の有効成分 (Menaphtyl methylether) が薯の目に作用して、一時的に萌芽を抑制し、処理を止めると再び萌芽機能をもつに至る点があげられる。

次に同量の薬剤を用いた場合、貯蔵温度の高低と萌芽抑制効果との関係について実験した。各貯蔵場所の温度は概ね第 3 表に示すとおりである。その結果貯蔵温度の

高い硝子室貯蔵区または室内貯蔵区は、貯蔵温度の低い地下室貯蔵区に比べて萌芽抑制効果が著しく劣った。しかしながら 15～30℃ 前後にある硝子室貯蔵区においても 2 回目の薬量を 3～5 g に増加することによって充分目的を達し得ることが明らかにされた (第 4 表, 第 3 図)。

3. 処理塊茎の呼吸量並びに炭水化合物含量の時期別消長について

処理塊茎の呼吸量並びに炭水化合物含量を時期別 (12 月～6 月) に測定した結果は次のようである。

すなわち無処理区の CO₂ 呼出量は、両品種とも、休眠

第 3 表 処理塊茎の貯蔵温度 (°C)

(1) 地 下 室 (1953~'56)

旬	月	11	12	1	2	3	4	5	6	7
上		10.5	6.5	3.1	2.0	2.9	5.7	9.7	14.3	17.6
中		7.6	5.8	2.3	2.2	3.5	8.6	11.4	15.3	18.1
下		6.8	3.9	2.6	2.3	4.4	8.8	12.9	15.6	

注 1953年秋から1956年夏までの3カ年平均

(2) 貯 蔵 場 所 別 (1956)

項 目	月 旬			4		5			6			7
	場 所			中	下	上	中	下	上	中	下	上
平 均	硝屋地	子	室内	17.9	16.2	18.6	18.5	21.0	23.8	22.6	20.7	23.2
		下		10.5	9.9	12.8	13.2	16.9	18.9	18.5	18.2	21.3
				7.0	7.3	8.8	10.1	12.1	15.0	15.9	14.5	16.8
最 高	硝屋地	子	室内	29.4	27.6	29.5	28.0	30.4	32.6	31.5	27.6	29.9
		下		14.3	13.6	16.7	17.7	20.0	21.9	22.0	21.1	24.2
				7.3	7.7	9.2	10.4	12.5	15.3	17.2	15.2	17.6
最 低	硝屋地	子	室内	6.4	4.8	7.7	8.9	11.5	15.0	13.7	13.7	16.5
		下		6.7	6.1	8.8	8.7	13.7	15.9	14.9	15.3	18.3
				6.6	6.8	8.3	9.7	11.7	14.7	14.6	13.8	16.0

第 4 表 貯蔵場所の相異と萌芽抑制効果 (1957)

品 種	貯 蔵 場 所 (4月12日以降)	処 理 薬 量		萌芽薯 数歩合	薯 1 個 当 り 平 均			薯重減 少歩合*	腐敗薯 数歩合	皺の多少
		秋	春		萌芽目数	最長芽長	芽根重			
男 爵 薯	地 下 室	g 0 1.0	g 0 1.5	% 100 0	5.6 0.0	cm 17.8 0.0	g 22.0 0.0	% 22.0 5.0	% 0 3.1	甚 多 少
	屋 内	0 1.0 1.0	0 1.5 3.0	100 30 7	6.4 0.3 0.1	18.8 0.4 0.1	22.1 0.3 0.0	30.0 4.0 3.0	0 0 0	甚 多 中 少
	硝 子 室	0 1.0 1.0 1.0	0 1.5 3.0 5.0	100 100 30 7	7.0 4.4 0.3 0.1	9.3 3.2 0.4 0.0	17.3 4.8 0.3 0.0	29.0 13.0 7.0 4.0	0 0 0 0	甚 多 中 少
農 林 1 号	地 下 室	0 1.0 1.0	0 1.5 1.5	100 0	6.0 0.0	20.5 0.0	8.7 0.0	14.0 2.5	2.6 0	甚 多 少
	屋 内	0 1.0 1.0	0 1.5 3.0	100 20 13	5.9 0.2 0.1	19.2 0.2 0.1	10.0 0.0 0.0	17.0 6.0 7.0	0 5.3 5.7	甚 多 中 少
	硝 子 室	0 1.0 1.0 1.0	0 1.5 3.0 5.0	100 93 13 3	6.6 2.0 0.1 0.0	20.9 2.6 0.2 0.1	9.8 1.5 0.0 0.0	22.6 10.0 7.0 5.0	0 0 2.4 0	甚 多 中 少

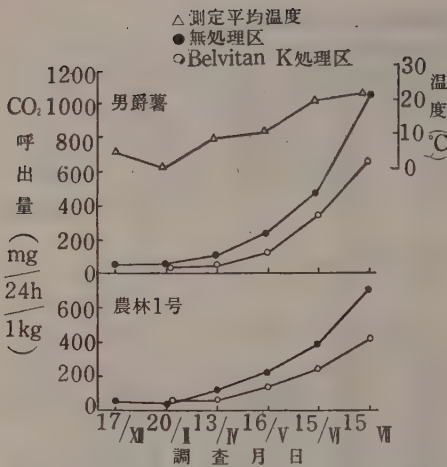
注 1) 貯蔵方法：箱詰密封

2) 調査期日：1957年6月21日

3) *：4月以降

または低温条件下においては少く、5月中旬以降の貯蔵温度の上昇に伴って増大した。また貯蔵始めから5月までは品種間差異は見られないが、6月以降において農林1号の値は男爵薯の値に比べて小であった。これに対し

て Belvitan K 処理区のCO₂呼出量は、両品種とも処理当初においては無処理区との差が明瞭でないが、4月頃から差が現われ、その後次第にその差が大となり、貯蔵終了時の7月中旬において処理区は無処理区に対して男



第4図 Belvitan K処理区におけるCO₂呼出量の消長(1956)

注：貯蔵始めから約1カ月間隔で、塊茎500～1000gを容量約9ℓのデシケーターに入れ、密封状態でCO₂呼出量を室内常温下で測定。

爵薯では62%、農林1号では58%を示した。なお無処理区の場合と同様農林1号の値は男爵薯より小であった(第4図)。このことは前記薬剤の反応程度に品種間差異が

あることの一因とも考えられる。なお田川氏らは塊茎を組織別に測定したところ、呼吸量の増大は頂芽部に由来し、萌芽抑制剤処理による呼吸量の減退は頂芽部に顕著に認められることを報告している⁴⁾。またわれわれはこの呼吸量の低下は、MH・Nonanol及びCl-IPC等各薬剤処理の場合にもほぼ同様の傾向を観察している。

次に炭水化物の乾物当りの含量においては、還元糖は2月及び4月に、両品種とも処理区は無処理区に比べて少い傾向がみられた。しかしながら他の時期における還元糖並びに非還元糖及び澱粉については、処理・無処理両区間の差は明瞭でなく、一般に炭水化物については処理間の差がほとんど認められなかった(第5表)。このことから、貯蔵終期での乾物当りの含量は処理・無処理区間に差は少いが、貯蔵始めに同一重量であつたものを比較すれば、処理区では薯重減少歩合が甚だ少いことから貯蔵末期の生重・炭水化物の絶対量に極めて著しい差がみられ、処理の効果が顕著である。したがって本処理は、欧米におけるようにポテトチップの品質に及ぼす還元糖含量の多少を云々する場合⁵⁾は別として、主成分の澱粉に重きをおく本邦では、新鮮度の確保、すなわち薯重減少歩合の多少が最も注目されねばならない。これは前記した他の萌芽抑制剤についてもいえることである。

第5表 処理塊茎の時期別炭水化物含量(1957) (乾物1g当りglucose mg)

品 種	調査期	試 験 区	還 元 糖	非 還 元 糖	全 糖	澱 粉	全炭水化物
男 爵 薯	12月	無処	0.0	8.04	8.04	728.8	736.8
		処	0.0	4.62	4.62	740.5	745.1
	2	無処	33.64	13.92	47.56	703.7	751.3
		処	23.88	14.78	38.66	709.8	748.5
	4	無処	20.14	17.71	37.85	707.8	745.7
		処	5.22	25.90	31.12	718.0	749.1
	6	無処	0.75	18.93	19.68	679.7	699.4
		処	0.94	11.74	12.68	676.3	689.0
農 林 1 号	12	無処	0.45	0.48	0.93	751.3	752.2
		処	0.19	0.48	0.67	754.3	755.2
	2	無処	10.00	7.30	17.30	750.3	767.6
		処	7.82	8.97	16.79	751.0	767.8
	4	無処	7.45	11.65	19.10	743.3	762.4
		処	4.85	10.17	15.02	760.6	775.6
	6	無処	0.68	9.12	9.80	742.8	752.6
		処	3.63	5.82	9.45	747.6	757.1

注 処 理：1955年11月16日、薯1kg当り1g、翌春4月11日1.5gの割合で処理、箱詰密封して地下室内に貯蔵

分析法：マイクロベルトラン法

4. 夏秋作栽培

処理塊茎の種薯価値についてはすでに報告されたところであるが^{7) 8)}、前述の各試験区の塊茎を利用して夏秋作栽培を行った結果は第7表及び第5図に示すとおりであり、その概要を述べると次のようになる。なお栽培期間中の気象条件は第6表のとおりである。まず第1試験

の塊茎を用いた夏秋作では、男爵薯の場合は、萌芽率は不密封区において無処理区の28%に対して処理区は93%密封区については無処理区の85%に対して97%で、いずれも処理区の萌芽率は極めて良好であつた。しかしながら処理密封区は無処理密封区に比べて萌芽期が2～3日遅延した。生育状態については、無処理不密封区が他の

第 6 表 夏秋作栽培期間中の気象条件

年次 項目 月 旬	1955				1956			
	平均気温	最高気温	最低気温	降 水 量	平均気温	最高気温	最低気温	降 水 量
	°C	°C	°C	mm	°C	°C	°C	mm
7 上中下	22.8	27.0	18.5	39.6	20.3	24.3	16.3	23.8
	26.6	31.2	21.9	0.5	20.8	24.1	17.4	71.3
	26.1	31.2	21.0	37.5	23.5	28.2	18.8	59.5
8 上中下	24.9	29.1	20.7	27.8	22.9	26.8	19.0	94.9
	24.2	29.5	18.8	35.8	23.4	27.7	19.0	14.3
	24.1	28.4	19.7	79.1	18.5	23.1	13.9	32.3
9 上中下	19.4	24.0	14.7	23.5	23.3	28.0	18.5	3.1
	17.7	22.6	12.8	69.8	18.6	23.5	13.6	21.0
	16.3	21.9	10.7	6.6	15.1	21.1	9.0	28.3
10 上中下	15.3	18.3	12.3	37.8	16.4	21.9	10.9	24.1
	12.6	17.5	7.7	135.1	12.4	17.4	7.4	27.5
	11.0	16.3	5.6	55.9	10.2	16.6	3.7	45.3
11 上中下	7.2	11.9	2.4	60.3	9.9	15.4	4.3	52.7
	5.4	11.1	0.4	10.8	5.0	8.6	1.3	52.3
	3.3	9.7	3.1	18.0	1.2	5.9	3.6	20.2

注 初霜日：1955年;11月8日。1956年;10月25日。

第 7 表 夏 秋 作 結 果

1) 貯蔵方法(密封の有無)について(1955)

品 種	処 理 薬 量		萌 芽 期	萌 芽 率	8月23日			アール当り	
	秋	春			茎 長	茎 太	茎 数	上 薯 数	上 薯 重
	g	g	月 日	%	cm	cm			kg
男 爵 薯	0	0 *	—	28	23.4	0.84	1.5	368	18.7
	0	0	8. 3	85	32.6	0.92	4.9	2,234	142.8
	1.5	1.5*	8. 5	93	30.5	0.83	5.1	2,818	145.3
	1.5	1.5	8. 6	97	29.2	0.72	6.7	3,187	119.6
農 林 1 号	0	0 *	8. 9	50	21.0	0.63	2.8	996	75.0
	0	0	8. 2	60	25.5	0.69	3.0	1,623	134.8
	1.5	1.5*	8. 3	98	31.2	0.65	8.1	4,249	246.7
	1.5	1.5	8. 2	93	28.7	0.64	5.7	3,326	194.5

注 * は不密封, 他は密封貯蔵

2) 貯蔵場所(温度)について(1956)

品 種	4 月 以 降		萌 芽 期	萌 芽 率	8月14日			アール当り	
	貯 蔵 場 所				(8月14日)	莖 長	莖 太	莖 数	上 薯 数
			月 日	%	cm	cm			kg
男 爵 薯	地 下 室	7.30	100	28.1	0.71	7.5	2,880	115.3	
	地 屋 硝	7.30	100	34.4	0.76	7.7	3,420	180.5	
	子 室	7.31	100	30.4	0.69	8.4	2,580	97.8	
農 林 1 号	地 下 室	8. 2	80	26.7	0.64	9.5	2,339	172.9	
	地 屋 硝	7.30	96	28.6	0.57	7.5	3,880	249.6	
	子 室	8. 1	94	27.0	0.50	8.5	4,248	212.8	

注 1) 処 理：薯 1 kg 当り秋 1 g 及び迎春 1.5 g の 2 回処理

2) 貯蔵方法：箱詰密封, 4 月まで一様に地下室貯蔵

区に比べ茎長・茎数が少く、処理区の茎数がやや多い点を除き、区間の差異はあまり見られなかった。収量は不密封の場合、処理区は無処理区に比べ薯数・薯重ともに著しく大であった。しかしながら密封した場合は、処理区は無処理区よりやや劣り、無処理区においても処理区と同程度の収量を収め得ることを検知した。また農林1号については、処理区の萌芽状態並びに生育状態は男爵薯の場合に準じており、処理区の萌芽率が著しく高く、また茎長・茎数ともに処理区は無処理区より大であった。収量においても処理効果は顕著に示され、処理区間では密封しない区が優り、密封区のa当り200kgに対して250kg程度であった。また本品種は男爵薯より著しく高収であった。このことは主として疫病抵抗性の強弱によるものと考えられる。なお処理薯は萌芽がやや遅延する傾向が認められるが、これは植付の約30日前に処理からの開放、すなわち含有成分の消散によってほぼ完全に除かれる。次に第2試験の塊茎を栽植した場合は、屋内貯蔵区が他の区に比べ最も高収を示した。この場合も農林1号は、男爵薯に比べはるかに好結果が得られた。

当地方の夏秋作はその気象的制約が特に大きく、初霜日の大部分が10月上～下旬で、したがって普通に行われる夏秋作の生育期間は80～100日程度となり、その植付期に適合する良質の種薯の確保が問題となる。これまでは前年の春作産塊茎の萌芽抑制法として、抑光抑芽・リンゴとの混合貯蔵等、春作塊茎の早堀りによる萌芽の促進法としてエチクロリン処理・アセチレンガス処理及び剥皮処理等が行われたが、Belvitan K 処理による方法も種薯価値の保持方法としてかなり有望である。

以上の結果から夏秋作種薯用としての標準処理方法は秋1g、翌春1.5gの2回処理、木箱の覆蓋（不密封）貯蔵が適当である。また栽培に当っては、植付1カ月前頃に処理木箱から取り出すこと、種薯の切断時における目の配分の注意・比較的密植栽培（畦巾60cm、株間30cm程度）または疫病発生防止等の諸点に留意する必要がある。また品種は疫病抵抗性及び生育量の点からみて農林1号が適当である。そして1954～'57年の4カ年にわたる試作結果から農林1号の収量をみれば年次により増減があるが、10a当り2000kg前後の安定収量が得られたことは、今後の夏秋作栽培にかなり明るい見とおしがつけられるものと考えられる。

4. 摘 要

1953～'57年にわたり、男爵薯及び農林1号の2品種を用い、馬鈴薯萌芽抑制剤 Belvitan K の効果並びにそ

の使用方法について検討した。

1. 本剤の萌芽抑制効果は貯蔵方法によって異なるが地下室木箱貯蔵の場合は概ね秋末薯1kg当り1gの薬量で翌春の4月まで顕著にみられ、更に4月1.5gの再処理によって7月までほぼ完全に萌芽を抑制し、薯重の減少を防ぎ、内容成分に富む品質佳良の生薯が得られた。

2. 貯蔵温度の高い（15～30℃）場合は効果が著しく減退するが、4月再処理の際3～5gに増量することによってほぼ目的を達し得た。

3. 貯蔵末期におけるCO₂呼出量は、無処理区に比べ著しく少かった。また同時期における乾物1g当りの炭水化物含量は、処理・無処理両区間の差はほとんどみられなかった。

4. 処理塊茎を用いて夏秋作栽培を行った結果、処理区は無処理区に比べて、地上茎数が多くなる特徴があるが、植付後の萌芽状態及び生育状態が良好で、収量もかなり安定していた。

5. 栽培に当っては、植付1カ月前頃に処理木箱から取り出すこと・種薯の切断時における目の目の配分の注意・比較的密植栽培（畦巾60cm、株間30cm程度）または疫病の発生防止等の諸点に留意し、品種は主として疫病抵抗性及び生育量の点から見て、農林1号が適当するものとみられる。

5. 引 用 文 献

- 1) Guthrie, J. D. 1939. Control of bud growth in potatoes with growth regulating substances. Cont. Boyce Thompson Inst. 5 : 331～340.
- 2) Gerardo Perlasca. 1956. Chemical control of sprouting in white potatoes. Amer. Potato Jour. 33 (4) : 113～133.
- 3) 杉山直儀・渡辺諭. 1948. 生長ホルモンによるジャガイモの発芽抑制. 園雑. 17 (3) : 126～138.
- 4) 田川隆・岡沢養三・酒井隆太郎. 1956. 馬鈴薯の生理形態学的研究. 第19報, 馬鈴薯塊茎の呼吸の組織別分布について. 日作紀. 24 (3) : 193～194.
- 5) 田口啓作・西入恵二. 1951. 馬鈴薯萌芽抑制剤粉剤 Sprout Inhibitor DUST の効果について. 東北農業. 5 (5,6) : 118～120.
- 6) ————. 1954. 馬鈴薯萌芽抑制剤 Belvitan K の効果について(予報). 東北農業. 6(4, 5,6) : 256～257.
- 7) ————. 1956. ベルビタンK利用による冷涼地帯における馬鈴薯の夏秋作. 農及園. 30 (12) : 1569～1572.
- 8) 滝元清透. 1953. ジャガイモ萌芽抑制剤ベルビタンKについて. 農及園. 28 (2) : 305～306.

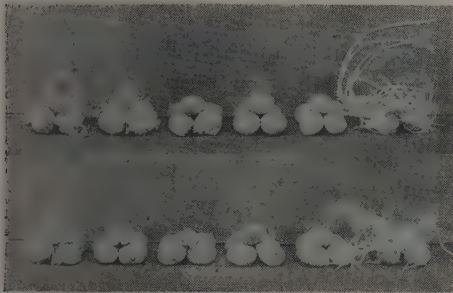
Summary

The experiments have been carried out to make plain the influence of sprout inhibitor, Belvitan K upon the potato tubers.

The varieties, Danshyaku (=Irish cobbler) and Nōrin No. 1 were used. Belvitan K was powdered on potato tubers at the rate of 1g and 1.5g per 1 kg. tubers, respectively in autumn and the following spring. The potatoes in the wooden boxes were stored in an under-ground store-room for about seven months.

The sprouting of the treated tubers was very small until July and so the loss of the tuber weight and the weight of the sprout were smaller than that of the untreated ones.

And the hall cultivation of potatoes using the seed tubers treated with the sprout inhibitor grew better than untreated ones, especially in the case of using the variety of Nōrin No. 1.



第1図 処理時期及び薬量と萌芽抑制効果(1954)
上段は男爵薯, 下段は農林1号, 左から
無処理区, 薯1kg当り秋1.5g区, 秋3.0
g区, 秋1.5g+春1.5g区, 秋3g+春
3g区(以上密封), 無処理不密封区。
(7月14日撮影)



第2図 標準処理方法における萌芽抑制効果
(1956)
左から男爵薯無処理区, 同じく薯1kg当
り秋1g+春1.5g区, 農林1号無処理区
同じく秋1g+春1.5g区。(7月5日撮影)



第3図 硝子室(高温)貯蔵の場合における処
理薬量の相異と萌芽抑制効果(1957)
上段は農林1号, 下段は男爵薯
左から無処理区, 薯1kg当り秋1g+春
1.5g区, 同じく春3g区, 同じく春5
g区。(6月21日撮影)



第5図 処理塊茎利用による夏秋作結果(1955)
品種は農林1号, 左から無処理不密封区
同じく密封区, 薯1kg当り秋1g+春1.5
g不密封区, 同じく密封区。(0.05a当り)

ダイズネモグリバエに関する生態学的研究

第6報 ダイズの作畦型式と発生との関係

柴 辻 鉄 太 郎

Ecological investigations on the soy
bean root miner, *Melanagromyza* sp.

6. Occurrence of the soy bean root miner on the soy bean plant grown on various types of ridge

Tetsutarō SHIBATSUJI

ま え が き

ダイズネモグリバエ *Melanagromyza* sp. の発生とダイズの栽培条件との関係について、著者はこれまで、ダイズの播種期・早期培土・間作栽培などの実験をおとして、発生機構を解析した。そして、前報^{4, 5)}では栽培条件のちがいによる加害の差異は、ダイズの発芽当時のいろいろな環境条件のちがいが、主として成虫の活動に影響すること、また、根の発育状態が幼虫の生育経過に関係のあることを明らかにし、それぞれの栽培様式の得失について述べた。

著者は、加害対策の資料を得るため、昭和26年度はひきつづいて、作畦型式のちがいによるダイズの生育初期の環境条件と成虫ならびに幼虫の発生との関係について実験した。ここにその結果について報告する。

本文に入るに先立ち、この稿の校閲を賜った東北大学教授加藤陸奥雄博士、また、実験に当っていろいろ有益な助言を与えられた三重大学助教授山下善平氏に厚くお礼を申し上げるとともに、実験に助力された菅野登・新保谷忠雄・渡辺忻悦の諸氏に深謝の意を表する。

実験の材料と方法

実験は当場栽培第一部のダイズ圃場で、陸羽27号を用いて行った。

5月26日に播種し、6月4日発芽と同時にまびいて1本立とした。耕種法は、畦立て操作の外は畦巾60cm、株間12cmとし、当栽培第一部の規準によった。

この実験では、主としてダイズの発芽当初の環境と成虫の発生との関係を追究するため、各地でかなり行われている平畦栽培を対象に調査することとした。したがって、畦の形を普通栽培の山型畦と平型畦の2種とし、こ

れに前報⁴⁾で実験したように、早期培土の山型畦を加え、これらの3区について実験した。各実験区の作畦操作はつぎのとおりである。

A) 平型畦：施肥溝の土を片側にあげ、施肥後はこの土の半分を間土に用い、残りの半分为播種後の覆土に用いる。したがって、覆土したあとは、畦が作畦前と同じように水平となる。

B) 山型畦：施肥溝の土を片側にもり上げ、施肥後はもり上げた反対側の土で間土する。そして、覆土もこれと同じ側の土を用いる。これで播種後の畦は、片一方がもり上った山型となる。当地方で普通に行われている型式である。

C) 早期培土畦：Bと同じ山型畦で、ダイズの発芽後2日め・8日めの2回にわたって、子葉の近くまで胚軸に土寄せをする。

ダイズネモグリバエは発芽後の6月4日から7月15日まで、毎日10時と14時の2回にわたって、各区の成虫の実在数をかぞえた。そして、5日ごとに1畦から2本ずつ、全畦を横断するように計16個体のダイズを抜き取って、成虫食痕・卵・幼虫・蛹数を調査した。また、ダイズの生育調査には、この抜き取った個体で草丈・莖長・葉数などを測定した。

環境解析には、毎日6時・10時・14時・18時の4回にわたって、前報⁴⁾のように草高・草冠部の温度と湿度を、地皮と地下5cmでは温度を測定した。また、この実験では、特に成虫の発生の変化を知るため風速・天候状態も調査した。

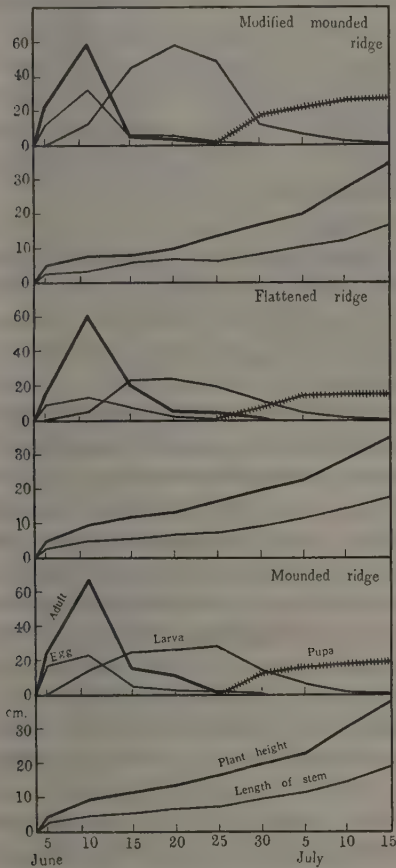
実験の結果

ダイズの発芽は平型畦・山型畦・培土畦とも6月4日で、ほとんどちがわなかった。発芽後の生育もダイズネ

モグリバエ成虫の発生期間中は、平型畦・山型畦とも変りはなかった。7月に入って、第1回中耕培土の前に、すなわち、第4～5本葉の展開のころ、平型畦では株もとの土がやわらかで、降雨のあとにダイズの株列が不整になる候微がみられた。

培土畦のダイズは、節数や葉の展開の速度など山型畦・平型畦の両区のダイズとは全くちがわなかったが、培土操作で地上部にでている植物体が少なく、外見的には、いわゆる草高が小さくなった。

つぎに、ダイズの生育とダイズネモグリバエの発生について、調査の結果を示すと第1図のとおりである。



第1図 平型畦・山型畦・早期培土畦のダイズの生育経過とダイズネモグリバエの発生

Fig. 1. Emergence of the soy bean root miner and the growth of soy bean plants, at the fields having various types of ridge.

1. 成虫の発生状態

成虫の発生は、各区とも6月4日のダイズの発芽と同時にみられ、6月下旬までつづいた。

各区の成虫の発生を、毎日10時と12時の2回にわたって調べた成虫実在の総数でみると、山型畦区は106頭、平型畦区は104頭でほとんどちがわない。培土畦区は94頭でやや少なかった。

発生の経過は、まず、山型畦区ではダイズの発芽とともに成虫が飛来し、発芽後1週間ころまでもっとも多くあらわれ、その後はしだいに少なくなる。培土畦区はこれとはほぼ同じ経過をたどるが、発生の後期に急に少なくなる傾向がある。これに対して、平型畦区では発生の初期がわりあい少なく、後期の山型畦区や培土畦区が少なくなるころに、かえって多くなる傾向があり、ことに、培土畦区よりはかなり発生が多い。

成虫の発生期間は、山型畦区では6月4日から20日まで、培土畦区は6月21日、平型畦区は6月25日までで、それぞれ17日、18日、22日間である。平型畦区では山型畦区・培土畦区よりも遅くまで成虫が活動しつづけ、発生期間がやや長い。

2. 産卵活動の状態

各区の産下卵数は、平型畦区では1茎当たり平均1.9、山型畦区が2.4、培土畦区は3.0個である。すなわち、培土畦ダイズには産卵がもっとも多く、ついで山型畦で、平型畦のダイズには少ない。

産卵の経過は、培土畦区では産卵数が成虫数と平行的に増減しているが、山型畦区と平型畦区ではおおむね成虫の発生初期に産卵が多い、また、平型畦区ではさらに発生の後期にもかなり産卵する傾向がある。

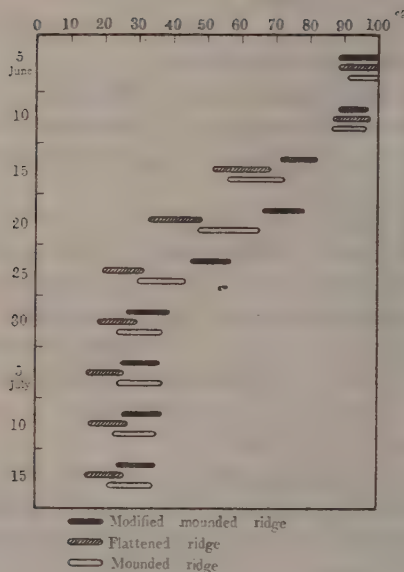
培土畦区で産卵が多いのは、前の実験結果⁴⁾ときわめてよく一致する。ことに、培土で胚軸の子葉の近くまで土でかくすと、胚軸の上部または第1節上の茎の地際部に近い皮層下にも産卵し、どの区よりも産卵が多くなった。

3. 幼虫および蛹

幼虫と蛹の数は、産下卵数にはほぼ平行して培土畦区がもっとも多く、つぎに山型畦区・平型畦区の順である。幼虫末期の7月15日の蛹数は、培土畦区では1茎当たり平均1.7、山型畦区1.4、平型畦区は0.9頭である。

蛹化しはじめたのは6月末で、各区ともちがわなかったが、山型畦区は幼虫の盛期がやや遅い傾向がある。

また、幼虫の生存率は第2図のとおりである。すなわち、各調査期ごとのふ化痕数と実在卵の総数に対する幼虫または蛹数の割合は、平型畦区が培土畦区・山型畦区



第2図 幼虫生存率の推移(信頼度60%)

Fig. 2. The survival ratio of larvae to total eggs, represented by confidence intervals in 60 per cent reliability

よりも低い傾向がある。生存幼虫数は各区とも令期が進むにしたがって減少するが、その減少過程は、培土畦区では初期がわりあい緩慢で、中期に減少する。これに対して、平型畦区では初期から急に低下する。そして、山型畦区はこの中間である。しかし、蛹化末期の7月中旬の幼虫生存率は、各区とも有意な差がない。

4. 気象環境

気象環境は、草高部と地下5cmの温度では、各区ともほとんど変わらないが、草冠部と地皮温は第3図にみられるように、概して平型畦区は低温である。雨天または曇天で風のない時には平型畦・山型畦はともに同じである。しかし、山型畦にくらべて平型畦は、一般に風当たりがつよく、このため低温の時が多く、特に午前中は地皮温が低めに経過しやすい。

5. 総括

以上のように、ダイズネモグリバエは畦型のちがいで発生が変り、平型畦ダイズでは山型畦の場合よりも発生が少ない。しかも、培土畦は産卵が多くなる栽培条件であるとすれば、平型畦はそれとは反対に産卵が少なくなる栽培条件である。この害虫の加害を軽減するための一つの栽培方法といえるようである。

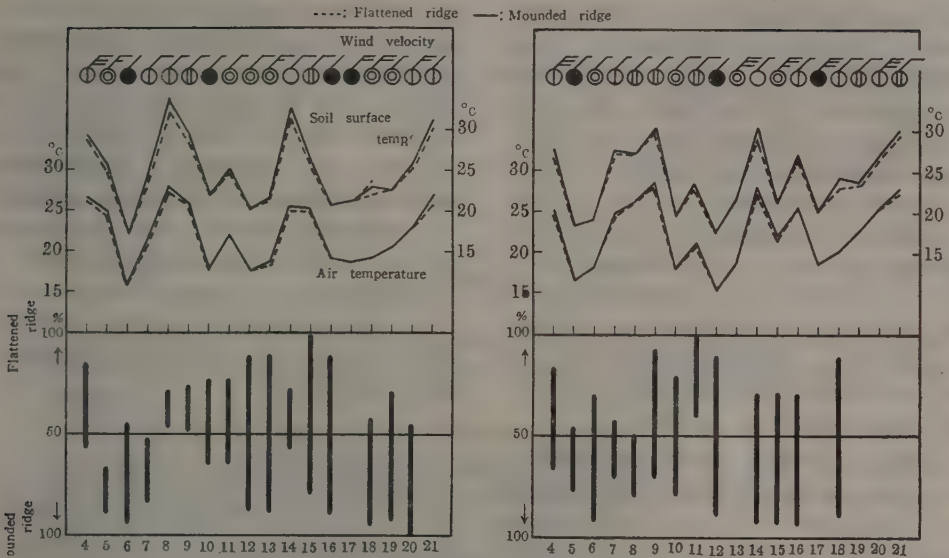
考 察

この実験は、畦型のちがいをもととして、そこに発芽したダイズにあらわれるダイズネモグリバエの変化と環境条件との関係を知り、栽培条件としての作畦型を吟味しようとした。平型畦と山型畦ではたしかにこの害虫の発生の様相が異なり、特に平型畦は成虫の産卵が少なかった。つぎに、畦型とこの虫の発生について、ダイズならびに環境条件との関係を考察することとする。

1. 成虫の発生は、培土畦区を除けば、平型畦区と山型畦区とでその発生数はかわらないが、発生の経過と発生の期間がちがっている。成虫の活動を観察すると、高温の場合は山型畦区の成虫は葉裏で休息する個体が多く、平型畦区ではダイズの初生単葉に多く集まって活動している。これに対して、低温の時の山型畦区では地際で活動する個体が多い。こうした気象条件と成虫の活動数との関係について、いま、日別に調査した結果を示すと第3図のとおりである。

1日の活動消長は、午前と午後でちがいが、午前は発生が多く、午後は少ない。そして、平型畦区と山型畦区とでは午後の活動虫数はあまり変らない。しかし、午前の成虫数は一般に低温な時には山型畦に多く、高温な時に平型畦に多い傾向がみられる。また、風の強い日も山型畦に多い傾向がある。風が特に強い時には、成虫は圃場からほとんど姿をけし、山型畦区・平型畦区のいずれにも活動する個体がいなくなる。前報²⁾では高温や風などの環境因子は、成虫の活動を抑制するものであることを明らかにしたが、この場合も両区でみられる活動の変動は主としてこうした環境因子のちがいにともづくものと考えられる。山型畦は、その畦形から成虫の活動をさまたげる風をさえぎるとともに、低温の時には温度の降下を防ぐので、成虫の活動に対して平型畦よりも相対的に好適な環境条件となる。そして、高温の時にはこれとは反対に風当たりが少ないため平型畦よりも高温にすぎかえって棲息に適しない条件となる。したがって、一般に山型畦には棲息の機会が多くなる。午後になると温度環境は概して高く経過し、加えて風も強くなるため、平型畦・山型畦がともに棲息に適しない。このため、全般的に活動が抑制され、圃場の活動虫数が減り、山型畦・平型畦の高区に差がなくなるものとみられる。

こうした畦の形からくる環境条件のちがいと成虫のあらわれの変化は、平型畦と山型畦の発生経過にもみることができ。平型畦区では山型畦区にくらべて、成虫の発生が初期に少なく、後期に多い。これは発生初期の温



第 3 図 山型畦と平型畦における日別成虫の活動と気象条件

Fig. 3. The daily changes of environmental conditions and activities of the fly (Left : Observed at 10 a.m., Right : Observed at 2 p.m.). The activity was showed by the confidence intervals in 60 per cent reliability of daily occurrence of the fly at fields of mounded and flattened ridges

度が全体に低温に経過するので、山型畦は平型畦よりもわりあい温度が高く、しかも、きわめて風当りが少ない。そして、発生の後期には温度環境は高くなるから、山型畦がむしろ高温にすぎ、棲息に好ましくなくなり、平型畦が相対的に好適環境となる。平型畦が初期に発生が少なく、また、遅くまで成虫が発生しつづけることも、いわばこのような環境条件によるものとみることができよう。この現象は、麦間に間作したダイズの場合にみられた発生条件⁵⁾とよく似ている。

なお、培土畦区では発生の後期に、急に成虫が少なくなったが、これは前の実験⁴⁾で明らかにしたように、培土操作で地皮温が高くなり、さらに、成虫の発生後期にあたる第2回めの培土(6月12日)で、子葉がかなり土でおおわれたためである。

このように、ダイズネモグリバエ成虫は畦型からくるダイズの発芽当時の気象環境条件の変化に応じて山型畦・平型畦を舞台としてそれぞれ活動の場を変えている。

2. ところで、成虫の産卵数は山型畦よりも平型畦のダイズに少なかった。いま、これを成虫の発生経過から

みると、平型畦区では成虫数のわりあいに産卵数が少ないことが注目される。

平型畦区と山型畦区の成虫数はほぼ同じであるから、理論的には両区の産卵数は同じように期待されてよい。それでも平型畦区で産卵が少なかったのは、成虫の発生盛期の産卵が少ないためである。成虫の発生と産卵経過との関係を見ると(第1図)、平型畦区では成虫の発生盛期、すなわち6月2半旬に産卵が少ない。この期間は第3図でわかるように、初めは山型畦に成虫が多かったが、その後はかえって平型畦に成虫が多くなっている。つまり、この現象は平型畦区のこれらの成虫は、いわば産卵活動の個体ではない。当時の温度条件はいちじるしく高温(地皮温 $32\sim 33^{\circ}\text{C}$)だったので、多くの成虫は平型畦に集まったが、これらはいずれも山型畦または培土畦区から高温回避のために、平型畦に集まった個体といえる。それゆえ、こうしたことがらが、平型畦では成虫数にくらべて産卵数が少ないという結果を生んだものと思われる。また、このように、成虫の棲息数と産卵活動数とが平行しないことは、いいかえれば、畦の形がつくる風や温度などの環境条件が、成虫の産卵活動に対して本

来平型畦は山型畦よりも適しないことを示すものである。そして、温度が高くなる発生の後期だけが、平型畦は相対的に好適環境である。しかし、平型畦はこの時期がたとえ産卵が多くても、成虫の発生の末期になるのでその数は全体からみればわずかである。

また、培土畦は成虫数と産卵の経過からみて、そのほとんどの個体が産卵活動個体であることは注目される。すでに前報⁴⁾で、培土が地皮温を高め、培土そのものが胚軸地際¹⁾の土を柔らかくして成虫の産卵活動を誘うことを述べた。この実験でも、再びこれを確認できたが、平型畦と対比するとき、培土畦が産卵をさかんにする条件となるのに対して、平型畦は低下する条件であることは興味ふかい。成虫の産卵習性と環境条件については、今後さらに検討する課題であると思われる。

3. 産卵と幼虫の関係は、卵に対する蛹化の割合でみると(第2図)、蛹化末期では平型畦・山型畦・培土畦区はほとんど有意な差がない。しかし、幼虫の生存率の経過は、平型畦区は生育の中期に急に減少する。幼虫の消長は各区とも生育が進むにつれて減少するが、その時期は6月10日から7月5日までの間、すなわち、若令から中令幼虫が多い時期である、平型畦区の場合は減少が急激で、6月末になって一定となる。これに対して、山型畦区はやや遅れ、6月末から7月にかけて減少し、培土畦区はさらに遅れて7月に入ってから一定となる。ふ化後の若令幼虫の生存率が低下することは、間作ダイズの場合を除き、これまでの山型畦のいろいろな実験結果で明らかであるが、山型畦にくらべると平型畦の場合は、幼虫生育の中期にもかなり急激に生存率が低下する傾向がある。山型畦と平型畦では地上部の環境条件がちがうことがあっても、地下部の温度・土壌温度はほとんど差異はみられない。したがって、このように幼虫の生育経過がちがうのは、おそらくダイズの根の発育状態に関係するのではないだろうか。ダイズに早期培土した場合、根が長くなって幼虫の寄生数が増大することはすでに明らかであり、また、この実験でも培土畦区は寄生数が多く、幼虫の生存率の経過も緩慢である。平型畦のダイズは7月に入って、降雨で株列が乱れることがあったが、これは作畦の操作にもよるだろうが根の発育状態にも関係のあることが想像される。それゆえ、平型畦ダイズの幼虫、特に発育中期の生存率の低下にはこうしたダイズの根の発育状態の影響を考慮する必要があるように思われる。

4. ダイズの栽培に当り、平型畦は山型畦にくらべると作畦の操作はきわめて簡易で、広い面積にわたるダイズ栽培には適応した栽培法である。そして、一方この平型

畦は、ダイズの発芽時に発生するダイズネモグリバエ成虫の棲息ならびに産卵活動に対して、山型畦が好適環境条件を構成するのに反して、好適しない条件となる場面が多い。したがって、成虫の産卵が少なく、幼虫の寄生もわりあい少ないため、山型畦よりも加害が少ない栽培法である。また、この平型畦は、この害虫の薬剤防除の上からは、播種床面あるいは胚軸地際部への薬剤散布^{1), 3)}の操作が容易な畦型である。ただ、この実験では平型畦のダイズが幼虫の生育後期に株列が乱れたので、このため早期培土をすることとなれば、培土によっていちじるしく成虫の産卵が増大して、加害がかえってひどくなるおそれがある。成虫の発生時期と培土時期の関係に留意する必要がある。

要 結

1. この報文では、ダイズの発芽当時の畦形のちがいがダイズネモグリバエ *Melanagromyza* sp. の発生とどのような関係があるかについて、平型畦・山型畦・培土畦で実験した結果を述べた。

2. 平型畦と山型畦ダイズの成虫の発生は、発生の期間をとおして棲息数は変らないが、平型畦では発生の初期に少なく、後期に多くなって、発生期間がやや長い傾向がある。培土畦では山型畦と経過はほぼ同じだが、発生はやや少ない。

3. 平型畦は山型畦にくらべると、全般に気象環境条件は成虫の活動に適しない。特にダイズの発芽当初は風当たりがつよく、低温となりやすいので成虫の活動がにぶる。

4. したがって、山型畦のダイズにくらべて成虫の産卵が少ない。また、培土畦のダイズには産卵がもっとも多く、培土が成虫の産卵を増大する条件であるとすれば、畦形を平らにすることは産卵を低減する条件である。

5. 平型畦ダイズでは、幼虫の生育中期にかなり生存虫が減少する傾向がある。しかし、蛹の生存率は畦形ではちがわないので、産下卵数の少ない平型畦ダイズでは蛹の寄生が少なく、山型畦・培土畦ダイズよりも加害が少ない。

6. このように、ダイズを平型畦で栽培することはこの害虫の加害を低減する効果がある。そしてまた、この平型畦は作畦の操作が簡易であり、この害虫の薬剤防除の場合にも好都合な畦形であることが指摘できる。

引用文献

- 1) 柴辻鉄太郎・菅野登。1953. 農業によるダイズネモ

- グリバエの防除について。第2報 BHC粉剤の濃度及び散布方法の効果について。東北農薬研究会報告。2:17~22
- 2) 柴辻鉄太郎。1953。ダイズネモグリバエに関する生態学的研究。第2報 活動性について。東北農試研究報告。4:92~105
- 3) 柴辻鉄太郎。1955。農薬によるダイズネモグリバエの防除について。第4報。2・3有機殺虫剤の土壤使

- 用の効果について。北日本農薬研究会報告。4:12~15
- 4) ———。1956。ダイズネモグリバエに関する生態学的研究。第4報 ダイズに対する早期培土と発生との関係。東北農試研究報告。10:170~176
- 5) ———。1957。ダイズネモグリバエに関する生態学的研究。第5報 表間々作ダイズにおけるダイズネモグリバエの発生について。防虫科学。22:24~29

Résumé

In the present paper the relation between the various cultivating forms of soy bean plant and the appearance and activity of the soy bean root miner, *Melanagromyza* sp., was investigated.

Here, the field was cultivated in the following three forms :

A) The flattened ridge; The soil is at first mounded on one side of the ridge and then the fertilizer and soy bean seed are covered by this mounded soil. Consequently the form of ridge becomes flat.

B) The mounded ridge; The soil is mounded on one side of the ridge and then the fertilizer and the seed are covered by the soil at the other side of the ridge. This form is the common type at Akita prefecture.

C) The modified form of the mounded ridge; The hypocotyl of soy bean is covered with soil two times, 2 and 8 days after germination.

1. During the period of appearance of the adult flies, the population of flies is similar in number at both A and B fields. But, at A field the flies are small in number in the early period and large in the later one of appearance, and the appearing period of fly prolongs. At C field, the appearing period is the same as one at B field, but the population is small in number.

2. The number of eggs on the soy bean at both of A and B fields is in parallel with the fly population. Generally, in A field the environmental conditions are not favourable for the activity of fly as the air and soil surface temperature are relatively high and the wind velocity is strong owing to the condition of soil surface. Accordingly, the eggs in soy bean plants at A field are less in number than those at B field. In the plant at C field, the eggs are laid numerously as is reported in the previous paper (SHIBATSUJI, 1956).

3. The mortality of the larvae is the same in every soy bean field, and therefore the larvae on the root of the soy bean are less in A field.

蔬菜の越冬性に関する研究

I 葱品種の耐雪性

佐々木 正三郎・大和田 常 晴

Studies on the overwintering of vegetables

1. Varietal differences in the snow-resistance of welsh onion (*Allium fistulosum* L.)

Shōzaburō SASAKI and Tsuneharu ŌWADA

1. 緒 言

寒冷積雪地方の冬から春にかけては蔬菜栽培にとって是不利な条件となっていて、特に融雪後の早春は端境期となる。

最近においてこの地方では栽培・経営改善、自給蔬菜の栄養面から越冬蔬菜の要望が高まっているので、まづ葱品種の越冬性についての研究をとり上げた。

以前より普通作物の越冬性・耐雪性などの研究は盛んに行われて¹⁾、特に我が国においては数多くの研究者によって麦類の耐雪性が明らかにされ、その生理的な機構も究明されて、蔬菜の耐雪性研究に参考となる点がすくぶる多い^{2), 6), 15)}。蔬菜における越冬性の研究は志佐及び万豆(1951)が漬菜について耐雪性に関与する生理的な性質について¹⁰⁾報告しており、著者の1人佐々木は雪と寒さの条件下の漬菜・かぶ・ホーレン草・葱品種の越冬率を予報的に報告したが⁹⁾、富樫(1953)は雪下における葱品種の消耗度・消雪後の萌芽状態を調査している¹⁴⁾。

元来東北地方の葱は主として自給蔬菜として発達して来たもので、各地に地葱として自家採種を繰返している在来種の外、山形県の飽海葱のように、酒田地方の比較的東北としては気候的に恵まれたところで採種している暖地系のものもある。この品種は山形・秋田・青森地方に相当広く栽培が行われている。また加賀葱の一種であろうと思うが、秋田葱という名称で秋田地方に栽培されているものがある。

これらの外の栽培品種は種苗商のカタログによって主として暖地産の品種を使用しているが、最近において地葱は秋末から冬へかけての需要期の収量が上らないことの理由で、越冬力はないが収量の多い暖地型の品種を全般的に栽培する傾向となった。

日本における葱品種の分布については杉本(1945)が寒地型として黒柄系、中間型として合柄系、暖地型として葉葱系と生態的分類を行っているし¹²⁾、藤井・渡辺等(1954)は文部省科学試験研究として連絡的に10の品種を供試し、各気候型の地域で品種の耐寒・耐暑性の検定を行った²⁾。

蔬菜の越冬力については地域により、気象条件によって低温度環境下の伸長性が問題となることもあり、積雪に対する耐性の場合もあり、単に凍害が重要因子となることも考えられるが、東北北部に位する寒さと雪の条件下の当部園場において越冬性の研究を行うことは好都合なことが多いのではないかと思う。

葱品種の越冬生態及び生理的機構を究明することが品種の地域性を確立する基礎となり、品種育成の鍵となることであるから主として1950年から1952年までの3カ年間に、越冬に関連した品種の生理・生態的特性の調査・実験を行ったので、その結果をここに纏めて報告する次第である。

本研究を施行するに当たって当園芸部森部長の御指導と研究室各位の協力があり、分析に助力を与えられた元当部技官坂本一裕氏、文献を貸与された東海近畿農試園芸部山崎肯哉技官、種子の蒐集については各府県農業試験場に負うところが大きであった。記して感謝の意を表する。

2. 材料及び方法

供試品種は全国的に著名な品種の外にカタログに登録されている市販の名称の種子をも採り入れた。

播種はすべて春播とし4月下旬より苗床に育苗、定植は地方慣行期(馬鈴薯または菜種の後作)の7月下旬から8月上旬である。

試験区は1区30〜50株を用い、2〜3回反覆のランダム

マイズ配置をとり、畦巾3尺・株間2寸の1株植として、調査サンプルは10〜20株づつ適宜採取して供試した。

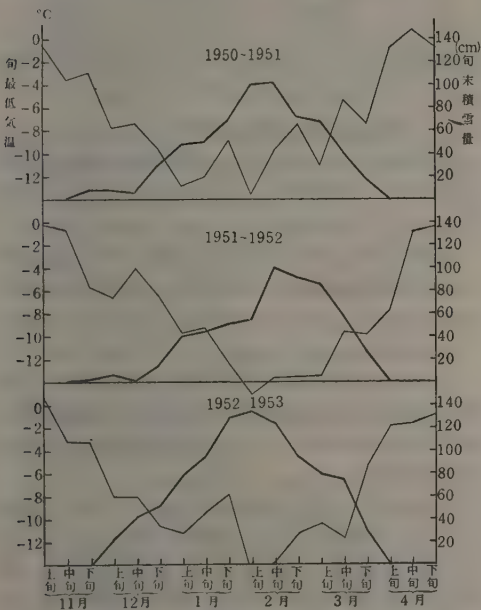
栽培法は慣行に準じて行ったが、土寄せは各品種とも2〜3回にわけて葉鞘の分岐点まで随時行った。

成分分析については、乾物重及び乾物率は各品種5〜10株全株を供試、常法によって70〜100°Cのオープンに乾燥後秤量算出し、“total soluble solid”はハンド・レフракトメーター（検糖計—島津製）の指数をもって表わしたが、葱の白根の部分数カ所を当方で考案した手持ちの搾汁器で汁液をとって測定したものである。蛋白態NはStutzer法、非蛋白態NはKjeldahl法によって測られた全Nから蛋白態Nを差引いたもので表わした。

細胞液濃度の測定は原形質容積測定法⁶⁾で行い、葱の緑葉部表皮の細胞について、原形質分離液はCaCl₂を用いた。

3. 試験圃場の気象条件と葱の一般的な越冬状況

試験はすべて当園芸部圃場（沖積層、やや粘質壤土）において行い、1950〜1952年の冬期間の最低気温及び積雪量を第1図に掲げた。



第1図 試験地圃場の冬期気象状態
(最低気温と積雪量)(1950〜1953)
〈太線は積雪・細線は気温〉

3カ年とも根雪前すでに葱の地上部は相当の低温度にとらされ、気温が零下4〜5°Cに降下すれば地上部の大部分は固く凍結し、そのままの状態では積雪下となる。12月中・下旬より3月までの極低温期は40〜50cm以上の厚さの積雪に覆われ、暗黒0°C前後のほぼ一定した条件となつて外気温からの影響が遮断される。この凍結した緑葉部は積雪下で12月下旬もしくは1月上旬になって、ようやく徐々に凍結が解消される。

1月中旬過ぎから徐々に緑葉部の古葉から、まづ水浸状に軟化・腐敗が進み、比較的新しい葉は一旦健全な状態に回復する。これに対し地下部の軟白葉鞘部は全く凍結から守られ、この時期には変化は認められない。

融雪水は日平均気温0°C以上を示す2月下旬頃から出現し⁴⁾、漸次地表面を潤すようになり、またこの頃から越冬力のない品種の葉鞘部が外層から軟化腐敗の徴候を呈し、根冠部にもこの徴候が現れて根毛の腐敗脱落するものも見られる。甚しいものは内部葉鞘も軟化腐敗するに至る。

この状態は3月下旬の融雪期になって益々進行し、一見地上部が健全であるように見えても、地下根冠部が犯されているため、積雪中の埋存から開放されて水分の補給を断たれた場合、陽光を仰ぎながら枯死する品種もある。

越冬力の強大な品種は積雪中において、地上の緑葉部がほとんど腐敗枯死しながらも、軟白部はまことに健全で、2月下旬頃から次第に新葉が黄色に萌芽して来、融雪後4月の陽光に当って、初めて緑色に色づき新葉の発生も旺盛となる。

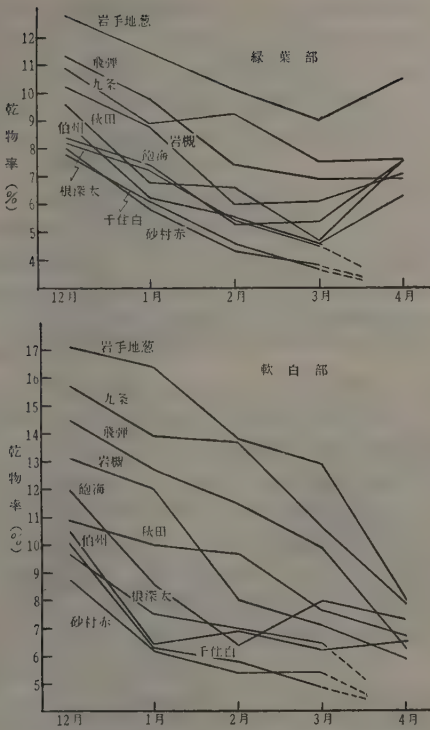
融雪後においても、気温はしばしば零下に降下するが葱に対しては特に甚しい生理的な影響を与えるものと思われない。各葱の個体の生理的条件はすでにこれまでで決定的になっているもののようである。

4. 成績並びに考察

1. 品種の越冬残存率

1950・1951年度圃場に生育状態のまま越冬させ、1区30株2回反覆で融雪後4月上旬生存株を調査し、越冬前の株数との比率を見たものが第1表である。

この2年間の越冬傾向はほとんど一致していた。この外多少異なった市販の名称のものも調査したのであるが、ここでは一応代表的（名前の通っている）名称のものを品種として採り上げ、中には“synonym”と思われるものもあるが、第1表のように越冬残存率によってほぼ3群に分類してみた。



第2図 越冬中の葱品種の乾物率

砂村赤が越冬前すでにI群品種の乾物含量に比べて甚だ低く越冬終期にも平行的に低くなっている。秋田・鮎海・伯州は両者の中間的な値を示している。

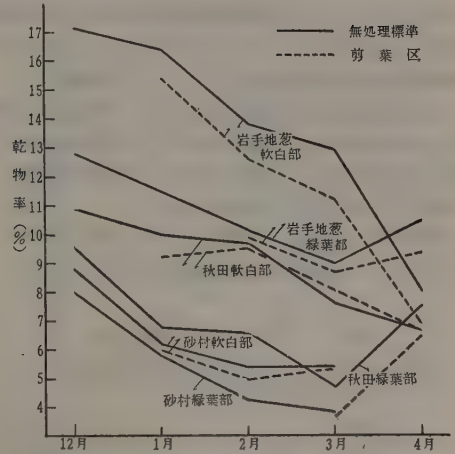
2) 越冬前緑葉部剪除による乾物率の変化と越冬被害の程度

1950年の根雪直前(12月8日), 岩手地葱・秋田および砂村赤3品種の緑葉部に剪除したものと, 処理しないものの軟白部および新しく発生した緑葉部の乾物率を比較した。

越冬期の各月毎に各区から5株を掘り上げ軟白部・緑葉部の乾物率を第3図に掲げた。

このことから剪葉処理によって越冬中の葱の乾物率は低下され, 新しく積雪中に発生した新葉のそれもまた低いことが明である。ただ秋田軟白部に不明瞭な傾向がみられたが, ここに供試された秋田葱は個体差が大きかった。

この剪葉処理によって葱体内の乾物率を1%内外低くすることの事実と平行して認められたことは, 砂村赤において約1ヵ月早く冬害の様相が現れ, 軟白部の表層が



第3図 緑葉部剪除による乾物率の変化(1950)

軟化腐敗を始め, 2月下旬根冠部が犯され根毛の褐変脱落がみられた。秋田葱についても根冠部の腐敗は認められなかったが, 表層葉鞘3~4層が3月に入って腐敗を始めている。秋田葱の標準区はほとんど腐敗はなかったし, 岩手地葱の処理区もまた被害は認められなかった(第2表)。

第2表 剪葉処理による冬害進行比較

品 種	処 理	12月	1月	2月	3月	4月
岩手地葱	標準区	○	○	○	○	○
	剪葉区	○	○	○	○	○
秋 田	標準区	○	○	○	○	○
	剪葉区	○	○	○	○	○
砂 村	標準区	○	○	○	●	●
	剪葉区	○	○	○	●	●

○健全

○葉鞘の表層腐敗

●根冠部褐変腐敗

●全株軟化腐敗

要は積雪前の剪葉処理が越冬中の葱の乾物率を減少させること(積雪中において緑葉部からの養分が軟白部に転流することを防止した)。したがって乾物率の少い個体の越冬中の軟化腐敗の起り易いことは, 約100日間の積雪下の暗黒条件下の消耗過程から惹起される葱の生理的雪害であると認められるところである。

第2・3図についてみるに, 品種の残存率と体内の乾物率の平行的な行動が考えられ, 一応の目安として, 葱の生理的被害の起り易い軟白部の生理的条件を, 乾物率7%前後それ以下に置くことが出来ると思う。

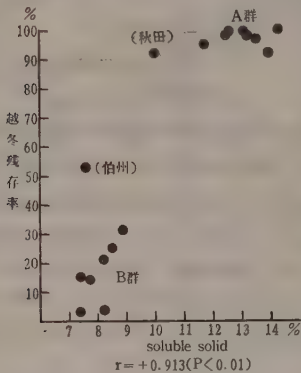
3) "Total soluble solid"

乾物率が葱の冬害の品種間差異を調べる手だてとして

有効であることから、1952年度簡単に葱の汁液の“total soluble solid”をハンド・レフRACTメーターで測定し品種間差異を見たものである。

汁液は越冬前17品種の軟白部から搾って数回繰返し測定し、測定値はその平均値であるが、L. K. Mann 等の玉葱での実験⁷⁾のように特に乾物率と“total soluble solid %”の相関をもとめなかった。

第4図はこのようにして求められた“total soluble solid %”と越冬残存率の関係を図示したものである。



第4図 越冬前軟白部の“soluble solid %”と越冬残存率 (1952)

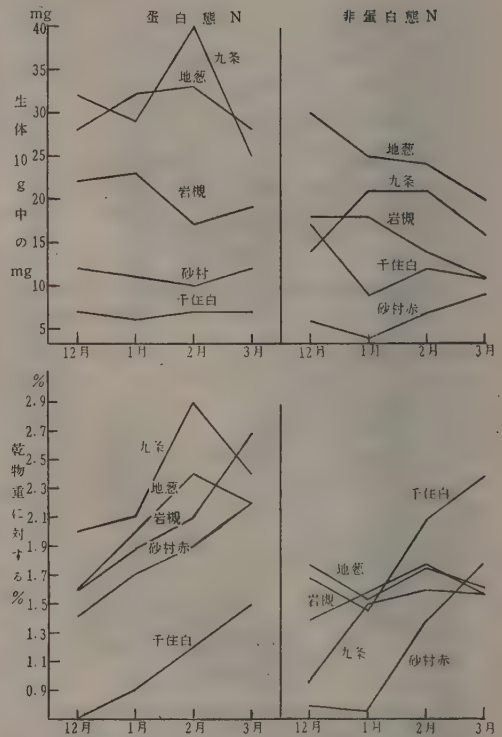
第4図によって、割然とA・B2群にわかれて、A群には飛弾・下仁田・会津・九条・岩槻・夏細・札幌および岩手地葱、B群には越津・飽海・石倉・王喜・三又・砂村相赤および赤昇で、秋田はA群に近く、伯州はB群に近いが両者とも位置が多少群の中心からずれて、やや中間的の性格を物語っている。

いづれにしても越冬前の乾物率と越冬残存率、越冬前の“total soluble solid”と越冬残存率の関連は全く同一傾向を示して、越冬前の乾物率もしくは“total soluble solid”含量が越冬を左右する重大な要素となっていることは疑われない。

4) N成分

前項において述べた“soluble solid %”は含糖量に密接な関係のあるものと思われるが¹³⁾、体内のNは如何なる推移を示すかを越冬始めの12月より1月毎に分析測定した結果は第5図に示した。

九条・地葱・岩槻(以上越冬型)・千住白・砂村赤(以上非越冬型)の5品種の軟白部の蛋白態Nと非蛋白態Nの動向が示されていて、品種間差異は明らかに現れて越冬型の品種はN含量が多く、千住白や砂村赤のような



第5図 葱軟白部のN含量の時期的推移(1950)

越冬率の低いものほど含量が少い。

越冬後半期の積雪下において非越冬型品種の非蛋白態Nの含量が増して来る傾向がみられ、特に乾物量に対する比率において顕著に見られた。

この傾向は麦類の雪害の場合に考えられているように積雪下における作物体内の生理的な衰弱とみられ、a. 体内糖分の消耗による第1期の衰弱、b. 蛋白分解の消耗過程をたどる第2期の衰弱とみる事が出来る。

要はこの環境下の越冬中葱の生理的な様相は Tumanov のいう雪害機構とほとんど同じ経過をたどるとみてよい¹⁶⁾。

3. 融雪期に観察された病害

越冬後期以後において葱の軟化腐敗した個体の葉鞘部外層に広く分布している淡紅色の変色部は *Fusarium* sp. によって犯されているものと思われ⁵⁾、またこの外消雪直後腐敗もしくは枯死した個体の表面に大根種子大の褐色の菌核が多数発見されるのであるが、この菌の分類については未だ検索されていないが、外見的には小麦の雪腐菌核の *Sclerotinia* sp. のものに似ている。

これらの葱の越冬病菌については今後究明を要するものと思われるが、いづれにしても越冬葱の積雪下における体内栄養の損耗と、それに引続いて惹起される病菌の繁殖が、葱の耐雪性を決定する要因と考えられる。

4. 越冬期の前後における品種の生態的特性

1) 越冬前品種の生体重

元来、東北地方積雪寒冷地帯の葱は、一部東北部地帯では秋播もあるが一般に春播、晩秋から冬へかけて収穫期となり、そのうちの一部分を貯蔵もしくは畑にそのまま残して積雪下に越冬させ1〜2月まで逐次掘り出して出荷する外、早春の端境用として消雪から5月頃まで越冬葱が利用されている。

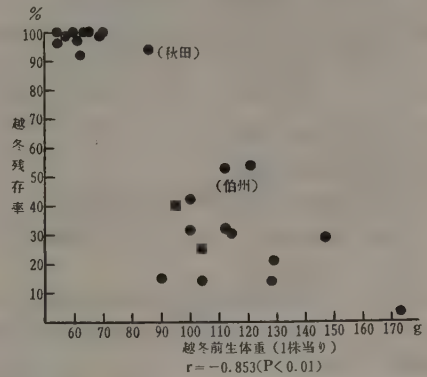
第3表は越冬前後の品種の生態的特性を調査し、越冬残存率とあわせて品種の利用度をみたものである。

この表に示されている20品種系統の中で、越冬残存率のよいI群のもの、越冬率のよくないII・III群のものの間に比較的明瞭に生態的な性格の差が見られる。

越冬前の生体重の大きい品種は越冬残存率が劣っているし(第6図)、翌春の新葉発生率もまた少い。第6図に見られるように、品種の越冬前生体重と越冬残存率の間には負の相関々係が見られて第4図に示されたような品種群間の差が顕著である。

越冬率の高いI群の品種の越冬前生体重は1株平均90gを越すものがないが、越冬率の低いII・III群の品種に

あつては100gを越すものが多い。



第6図 越冬前生体重と越冬残存率の関係(1951)

定植時の8月上旬における群別の苗の重さとそれが生育をつづけて12月越冬前収穫期に達したときの群別の個体平均の生体重を第4表に示した。

I群の苗重(定植時の)はII・III群のものに比べてやや勝り、逆に越冬前の生体重は甚だ劣っていて、苗から収穫期までの個体生育率はほぼII・III群のものの半分である。

このことはII・III群の品種は冬葱としての性格をもっていること、I群のそれは春夏葱としての利用価値のあ

第3表 葱品種の越冬前後の生態的特性(1952)

群別	品 種	越冬前調査(12月)										越冬後調査(4月)	
		生体重 (1株 当り) g	越冬 から まで (1株 当り) の 生育率 %	分けつ 数 (1株 当り)	葉 数 (1株 当り)	1分けつ 当りの 葉 数	草 姿		性*		冬と 葱 としての 価値	新葉発 生率**	春葱との 価値
							草	姿	葉の 折れ	葉 色			
I	飛会夏札岩九下秋岩 手 地 仁 田 太 規	63	324	1.1	3.2	2.9	1	1	5	不良	151	良	
		54	166	2.1	5.5	2.6	1	1	4	"	181	"	
		60	241	2.6	5.5	2.1	1	1	5	"	113	"	
		69	255	1.7	4.8	2.8	1	1	4	"	203	"	
		57	302	3.4	7.6	2.2	1	1	3	"	127	"	
		61	263	2.6	7.0	2.6	1	1	4	"	158	"	
		54	200	1.0	2.2	2.2	1	2	5	"	149	"	
		86	227	1.3	3.6	2.7	2	2	4	良	100	"	
		62	210	2.8	5.7	2.0	1—2	1	5	不良	151	"	
		II・III	伯飽三石王立千赤砂 住 古 村 相	112	414	1.4	4.7	2.7	2	4	2	良	91
104	388			1.0	3.2	3.2	2	3	3	"	101	"	
129	449			1.0	3.7	3.7	2	3	2	"	118	"	
104	514			1.0	3.9	3.9	1—2	4	2	"	86	"	
90	400			1.0	3.0	3.0	2	4	2	"	—	"	
98	288			1.0	3.3	3.3	2	3	3	"	—	"	
100	497			1.0	3.8	3.8	2	3	3	"	67	"	
91	568			2.5	6.2	2.4	2	3	3	"	—	"	
173	440			2.1	5.9	2.8	2	3	3	"	—	"	

* 草姿: 1…伏性, 2…立性

葉の折れ: 1…多, 2…やや多, 3…中位, 4…少

葉色: 2…淡緑, 3…緑, 4…やや濃緑, 5…濃緑

** 新葉の発生率: 残存株だけについて4月〜5月までの新葉の増加量/4月の重量×100

ることがわかる。

第4表 品種群別越冬前生育率(1952)

群別	品種系統数	定植時の平均苗重	越冬前収穫時の1株当たり収量	生育率*
I	9	29.4±4.93	70.3±11.5 ⁸⁵	2.39
II~III	11	24.7±4.99	115.1±23.8 ⁸⁵	4.66

* 越冬前収量/苗重

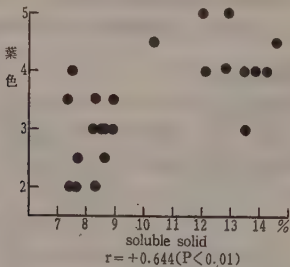
2) 越冬前の葉色と葉数

葉色の品種間差異は夏の間には特に顕著でないが、10～11月の候に気温が低下して来ると葉色が品種間で相当差異があることがわかる。

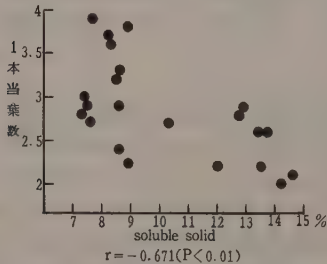
第3表にあげた葉色を表示した数字は最も緑色の淡いものに2を、最も濃色のものに5の評価を与えて、各品種60株の平均値である。

第7図に葉色と“total soluble solid %” (白根の)の関係を示したが、 $r=+0.644$ ($P<0.01$)で、越冬前養分の蓄積と葉色の濃さには正の相関のあることが明らかとなった。すなわちI群はII～III群より濃色な葉色を示す特徴がみられる。

分けつ数・葉数も第3表にあげた通りであるが、甚だ分けつの多い品種としては岩槻・岩手地葱・夏細があり、この試験に供試した九条は分けつの多い方ではなかった。



第7図 葉色と“total soluble solid %”
(1952年12月)



第8図 1本当り(葉数/分けつ数)葉数と
“total soluble solid %”
(1952年12月)

分けつと越冬力の関係は明らかに一定の傾向を示さなかったが、1本当りの葉数(1株の総葉数を分けつ数で除した数)についてはI群の品種はやや少く、II～III群に属する品種はやや多い傾向にあって、1本当り葉数と“total soluble solid %”との間には $r=-0.671$ の負の相関が見られ、葉数の増加と養分の蓄積の間の逆の関係は興味あることである。

3) 草姿の品種間差異

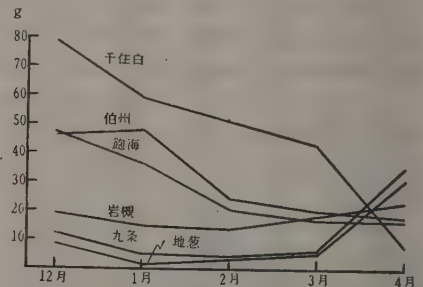
晩秋期から根雪前のいわゆる越冬前において圃場で見られる最も顕著な品種生態特性に草姿がある。晩秋になって気温が降下して来ると新葉の発生の抑制されるものと新葉が旺盛な發育を示すものとの2型があることに気がつく。

前者の品種は新葉の発生が少いため古葉が多く、倒伏して伏性を示し、後者は新葉の發育が盛んで、葉が叢立して立性を示す。この中間の型として葉が倒伏までにはいたっていないが、葉が相当に折れ曲るものの多い型のものもある。

第3表において一応草姿と葉の折れの程度を区別して記載して置いた。I群のものは葉の折れ曲りもひどく、草姿は伏性となるし、II～III群は葉の折れ曲りも少く立性を示していることが明瞭である。このことは前述のように品種群の越冬前の葉数の増加と関連することで、葉数の増加の多いことと越冬前生体重の大きいことが草姿の立性となることを表現しているわけである。

4) 越冬中の損耗状態とG/W比

越冬中における葱軟白部の生体重はほとんど変化はないが、緑葉部の損耗状態は品種によってかなり差異がみられる。第9図は1株当りの緑葉部の時期的推移をみたものである。



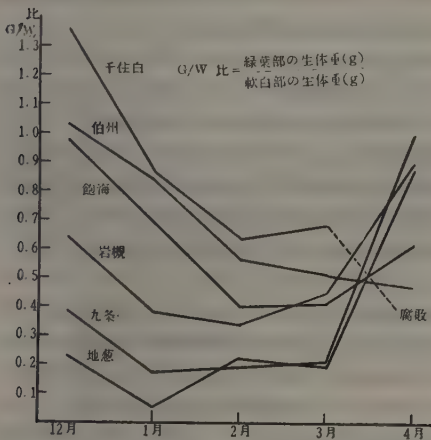
第9図 越冬中の完全緑葉部重量推移(1株当り)
(1950)

九条・地葱・岩槻のように積雪前すでに新葉の発生が少く、1株当り完全緑葉部20g以下のものは積雪中に埋存されて下葉(古葉)は枯死して、ほとんど健全な緑葉

部がないようになる。しかし融雪期に入ると積雪中でも萌芽し始め、萌芽したものは黄色を呈し、岩槻は2月下旬には7.0 cmにも萌芽伸長する。

これに反して千住白・伯州・飽海は積雪前の完全緑葉が多くあるが、積雪期間に徐々にながら損耗し、越冬後期には九条・地葱・岩槻などとは反対に新葉の発生がなく、千住白などは株自体腐敗に近い。

この傾向は緑葉部(G)・軟白部(W)の重量比で表わしたものがよくその消息を示している(第10図)。このことから品種の越冬生態がG/W比で分別出来、冬採り葱(越冬前及び越冬初期収穫)と春採り葱(融雪以後収穫)の様相がよく語られる。



第10図 越冬中の葱G/W比 (1950)

5) 越冬後の生育

融雪後4月上旬～中旬までには残存する個体と枯死する個体が明らかになる。残存個体より新葉の発生が活発となって、雪中で萌芽した黄色の新葉は急速に緑になり、抽苔期まで生育が続く。

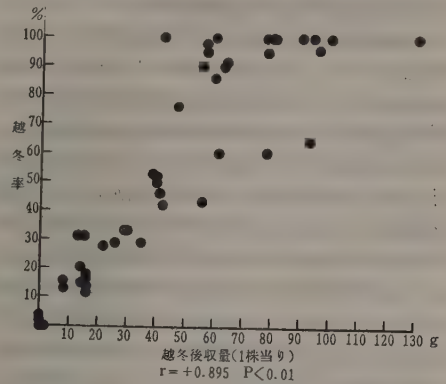
第3表に示した越冬後の新葉の発生率は残存株について行った4月から5月にいたる間の新葉の増加割合である。しかし品種の春の収量は新葉の発生の度合のみならず、越冬率で修正されなければならない。

この春の新葉の増加率は越冬残存率の高いI群のものが大で、II・III群のものは春葱としての価値はない。しかしII・III群の中にも飽海や三又のように新葉の発生率のよいものもあるが、これはこれらの品種の生理的な特性というよりむしろ、種子の不純に起因する個体の不揃いに由来するものではないかと思われる。

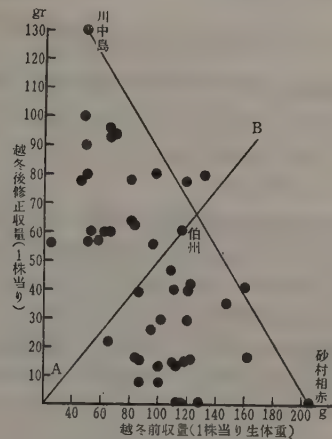
5. 葱品種の越冬前・後の収量

第7図において越冬前1株当りの生体重と越冬残存率の間に負の相関々係($\gamma = -0.853$)があることを述べたが、越冬残存率が越冬後の葱の収量に決定的な影響を与えるものならば、越冬前の収量と越冬後の収量とは両立出来ない理である。

1950年48品種系統について、この関係を見たものが第11図である。 $\gamma = +0.895$ ($P < 0.01$)で相当高い相関を示して、越冬率が越冬後の収量に基だしい影響を与えていることがわかる。



第11図 越冬残存率と越冬修正収量(1950)



第12図 葱品種の越冬前後の収量図(1950)

ここにいう越冬修正収量とは越冬後残存した株の平均生体重に越冬率を乗じて算出した数値である。

第12図は各品種20株について調査した越冬前・後の収量関係を分布図にしたものである。これは1950年だけの成績から図示したもので年度を繰返していないが、ほぼ品種の生態的な特徴を分類することが出来る。

第12図において川中島と砂村赤が春葱(越冬型)と冬葱(非越冬型)の代表品種として両極端にあり、伯州を中間型の代表種と想定し原点から伯州を通るAB線を引きその下方に劃されるものを春葱、上方にあるものを冬葱と判定した。

集収試作した葱品種は各地域から入手したもので、一部はたまたま育成の途中にあるものもあったようで品種名としてあやふやなものもあった。特に越冬力について中間的なものの中にこれらのものがあった。

6. 積雪前の低温障害と細胞液濃度

この試験を施行した圃場は根雪で地表が覆われる前にすでに氷点下5〜6°C以下の寒風にさらされて、葱の地上部は品種を問わず一様に見かけの凍結を起してかちかちになり、甚しいものは葉鞘部の間隙が氷に満されて、その圧力で葉鞘がさけて来るものもある。

この状態で積雪下に入って徐々に凍結がとけて(この時期は年によって異なり、早ければ12月下旬この状態になる)比較的若い葉は回復して健全なものと様相にもどるが、古い外葉は軟化して積雪中で腐敗する。

第5表は岩手地葱の表皮細胞を原形質容積測定法によって測定した細胞液濃度を示したものであるが、葉の若いほど濃度が高く、ほぼ葉序の順にその数値が推移していることが確められた。

第5表 岩手地葱の葉序別細胞液濃度(1950)

細胞液濃度 (モル)	第1葉	第2葉	第3葉	第4葉
	0.185	0.141	0.114	0.107

* 最も新しい葉を第1葉とし順次2・3・4葉と古葉になる。

一般に陸上植物の細胞液濃度と耐凍性の関係が論ぜられていて、耐凍性についてはむしろ細胞の滲透価として測定表示した方がよかったのではないと思われるが、簡便に目安として細胞液濃度をここに表示した。

実際に圃場における所見とこの測定した細胞液濃度の葉の老若による差異を観察した結果から、葉の凍結が積雪中で回復する傾向と濃度の濃さとは一致すると考えられる。

なお3・4葉目の古葉は肉眼的には一見して健全であるが、その表皮細胞を染色法による細胞の生死鑑別¹⁾によって検鏡した結果、凍結期前すでに相当数の細胞が死んでいることを認めた。これは銹病・露菌病などに犯されている結果ではないだろうか。

要するに前述のように向寒期になお新葉の発生の多い(草性が立性で、葉の折れの少い、1本当りの葉数の多

い——非越冬型)品種が相対的に凍害の程度が軽くすむことになる。

このことは第10図のG/W比の推移に明瞭に表われているわけである。

5. 結 論

以上の成績からみて、秋から冬へかけての収穫に適する品種は暖地において冬葱といわれる所謂赤柄系統のものが多く、寒季に向っても生育が抑制されずに葉数が増加し、軟白部が伸長する群がこれである。これらの群の品種は越冬前には体内における乾物(total soluble solid)の含量が低く、約100日の積雪下の暗黒条件下の消耗生活において、体力の消耗とそれに引続いて起る雪腐病の発生で代表的な雪害の様相を呈する。

これと反対にこの試験によって想定された第I群の夏葱と呼ばれる所謂黒柄系の品種は寒季に向って生育が停滞し、越冬前の生理的体内条件が良好で積雪下における消耗過程に耐えて、越冬葱—春葱としての役目を荷う。

要は生長点が地下深くあって直接凍害からまぬがれている葱の越冬力は根本的には耐雪力で、積雪下の生理的消耗に耐える力のある品種が越冬力の高いことを実証した。

次に凍害抵抗力であるが、この試験では抵抗力を示す尺度として古葉と新葉の表皮細胞液濃度を測定比較し、新しいものは古いものより濃度が高いことを明らかにした。これによって直接品種間での測定は行わなかったが、越冬前古い葉群から成り立っている第I群の品種ほど軟白部に対する緑葉部の割合すなわちG/W比が低く、これらの品種の緑葉部の凍結回復力がないことから、表皮細胞液濃度は簡単な凍害抵抗性の鍵として使用出来ると思う。

品種間の凍害抵抗性についてはⅡ～Ⅲ群の赤柄系のものが優れ、I群のものは劣る。

従来耐寒性という語は相当広い意味に用いられていたが、葱の場合は耐凍性(正しくは凍結回復性)とは別に寒季にも新葉の生育が盛んである(収量が増加すること)が耐寒性が強いことを意味し、品種の成り立ちから考えて(寒くなって収量の増加する)——冬葱と(越冬力がよく耐暑性のある)——春・夏葱の生態区分が行われる。

耐暑性についての検定は特にこの試験では採り上げられなかったが、第4表に示されている定植時における苗重を群別に平均したものを比較すれば(I品種80株平均)、I群は29.4±4.93g、Ⅱ～Ⅲ群は24.7±4.99gと

なり、播種から定植期の8月までの高温期の生育がI群が勝っていたことを示している。

品種の生態型は越冬前・後の収量図(第12図)によっても示され伯州を中心にしたAB線で分別出来たが、これらの中に於て越冬前収量も高く、越冬後の修正収量も比較的高いものも若干ある。これらのものは東北地方のような寒冷積雪地帯における冬葱・春葱の兼用種としても、越冬前収量の多い品種は越冬が悪く採種不能という悩みを解決するための手掛りとして残された問題である。

分けつ品種と越冬力の間には顕著な関係は認められないが、ある程度の分けつは収穫量を増加するための要因となり得るようで、普通一本葱として市販されているもののうち、鈴木合柄・砂村相赤・千住山勝系のII—III群に属しているものの、1株当りの越冬前収量が最も多く分けつ数 $1.8 \times 2.1 \times 1.3$ を示していることから今後における多収品種の在り方を示唆していると思う。

葉葱は根深葱白根葱と区別され、春から夏へかけての需要期を求めて普通秋播が多いので、この代表品種九条も暖地型ながら越冬力は強い。しかし愛知特産の越津高知農試からの高知細葱はこの試験の供試品種中、春播による育苗期間中生育が最も不良で、定植時の苗重1株13g・16gで、1951・1952年の観察では特に暑さによって生育が抑制されるように思われた。また越冬残存率もきわめて不良で、これら品種は冬の暖い、適当な低温の長く続く南国だけに適応する型のものと考えてよい。

リーキ(Leek—*Allium Porrum* L.)は西洋一本太葱といわれるものであるが、甚だ越冬力は強力で、越冬残存率は100%を示すが、緑葉部は甚だ粗剛で積雪中もほとんど健全であるが、かたく食用とはならない。白根部は柔軟で食味はよいが、日本葱(*Allium Fistulosum* L.)に比較して辛味がなく風味に乏しい。しかし越冬力が強いので寒冷積雪地の越冬葱としては認識される価値がある。

6. 総 括

1. 各地から集収した日本葱品種の越冬性について、1950～1952年の3カ年間に生理生態的な試験を行い、積雪期間約100日、積雪前地上部凍結の気象条件下において春播きの葱が圃場で越冬調査された。

2. 品種の越冬力については積雪前体内栄養の蓄積の大きいものほど越冬率が高く、越冬率は越冬後の収量を決定的とする。

3. 越冬前生体重の増加する品種は乾物重もしくは、‘total soluble solid’の含量が低く、越冬中非蛋白態N

の増加を伴って越冬率が不良である。

越冬中の消耗過程において白根の乾物率が7前後に低下する時期が、雪腐病菌に犯される時期と推察される。越冬前に人為的に緑葉部の剪除処理によって越冬中の白根部の乾物重を低下させることが出来、積雪中における腐敗の早まることを確かめた。

この試験の自然条件下における葱品種の越冬力はほぼ耐雪力と考えることが出来る。

4. 越冬期の緑葉部の損耗状態はG/W比(地上部重/地下部重)で示され、積雪前の緑葉凍結の害は細胞液濃度の低い古外葉に始まって、新葉の凍結は回復するが、古外葉は回復せずに軟化・腐敗が起る。しかしこの凍害は越冬率を左右する要因とはならない。

起冬力の強い、積雪前新葉の発生が少い品種は緑葉部の積雪中の損耗多くG/W比が低く、積雪前及び越冬初期における収量は越冬力の少い品種に比べて少い。

5. 越冬力の弱い品種は秋から冬へかけての新葉の発生が多く越冬前収量が多く、越冬力の強いものは融雪後の新葉の発生が旺盛で前者は冬葱、後者は春葱としての利用価値がある。

6. 越冬率によって品種を群別すれば、I群(越冬率90%以上)、II群(60～20%)とIII群(20%以下)に分けられる。

I群：札幌・加賀・飛澤・九条・岩槻・秋田・会津・下仁田・川中島・夏細・地葱

II群：伯州・飽海・千住合柄・利根太・三又・富士白

III群：石倉・王喜・千住白・越津・砂村相赤

文 献

- 1) 相見霊三. 1952. 生体染色の理論と実際. 作物試験法(農業技術協会) : 221～230
- 2) 藤井健雄・渡辺齊 外. 1954. 葱品種の生態的研究, 蔬菜品種の生態的分化に関する研究. 文部省科学試験研究報告. No. 17 : 71～75
- 3) 平井篤造・後藤洋 外. 1952. ムギ類雪腐病に関する研究(第3報)積雪下におけるコムギ品種の糖並に各種窒素化合物含量の変化. 植病報. 16 (1) : 1～5
- 4) 平田徳太郎. 1948. 積雪の科学(地人書館) : 114～119
- 5) Jamalain, E.A. 1954. Overwintering of cultivated plants under snow. F.A.O.Pl.Prot. Bull. 2 (7) : 102-105
- 6) 松尾孝嶺・野村正・岩切磯. 1944. 農作物の雪害防除に関する試験成績(農商省農政局) : 1～78
- 7) Mann, L.K. and B.J. Hoyle 1945. Use of the refractometer for selecting onion bulbs high in dry matter for breeding. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 46 : 285-292

- 8) 坂村徹. 1952. 植物細胞滲透生理 (養賢堂) :110
- 9) 佐々木正三郎. 東北地方における越冬性蔬菜について. 東北農業. 3(2)
- 10) 志佐誠・万豆剛一. 1951. 菜類の耐雪性に関する研究 (第1報) 耐雪性に関連する生理的諸性質の品種間差異. 園学雑. 20(1) : 98~104
- 11) 杉山直儀. 1939. 冬作物の雪害. 農及園. 14(4,5) : 1119~1126, 1343~1352
- 12) 杉本嘉美. 1951. 葱, 蔬菜園芸ハンドブック (産業図書) 下巻
- 13) 田口亮平. 1948. ワケギの發育経過中特に越冬並に鱗茎形成に伴う体内生理的条件の変化. 園学雑. 17(1, 2) : 59~68
- 14) 富樫伝悦. 1953. 葱品種特性検定試験. 蔬菜に関する試験成績書 (秋田農試)
- 15) 富山宏平. 1955. 麦類雪腐病に関する研究. 北海道農試報告. 47 : 1~234
- 16) Tumanov, I.I., I.N. Borndina and T.V. Aleinihova. 1935. The role of the snow cover in the wintering of crops. Bull. Appl. Bot. Gen. Plant Breeding. 111 (6) : 3~57

Résumé

Winter-killing to welsh onion under snow cover was studied in the Division of Horticulture, Tohoku Nat. Agr. Exp. Sta. In this circumstance onion green leaves have apparently frozen and followed in snow cover (50-100 cm. thickness) during winter.

Under such condition the winter survival of spring-sown onion plant was clearly different between the varieties.

Over twenty varieties of welsh onion collected from different parts of Japan were planted and investigated in diverse characters related to winter injury in each stage of snowy season.

Generally dry weight or total soluble solid in onion plants decrease gradually during snowy season, but the blanching fistuloses of the snow resistant varieties contain comparatively larger amount of dry matter or total soluble solid than those of snow feeble varieties.

In susceptible varieties the content of both protein and non protein nitrogen with dry base increases in the later stage of snowy season. When green leaves of onion are detached from blanching fistulose before snow cover, the heavy decrease of dry matter or soluble solid contents occurs and are followed to be affected with snow disease.

Onion green leaves frozen before snow fall are dissolved and restored to original appearance in snow cover, these freezing injuries are not fatal for onion plant.

In our condition, the mechanism of overwintering in welsh onion is approximately identical with the resistance of snow injury, the results of Tomanov's studies "The role of snow cover on the wintering of crop plants"

But growth-behavior of fistuloses in cold climate before snow fall is distinctly different between welsh onion varieties.

By the degree of winter survival and growth in fall, varieties of welsh onion in Japan are classified as follows:

1. snow-resistant or suitable as overwintering crops :
Heda, Kawanakajima, Aizu, Kaga, Sapporo, Kujo, Akita, Shimonida.
2. susceptible or suitable as fall crops :
Hakushu, Senju-aigara, Akumi, Tone, Mizumata, Ishikura, Ōki, Sunamura-akagara, Koshizu.

りんごに対する必須要素の相互関係に関する研究

第1報 砂耕液のN/K値が未結実りんご樹に及ぼす影響

森 英 男・阿 部 勇

Studies on the interrelation of essential elements for apple trees

1. Effects of N/K ratio in nutrient solution on non-bearing apple trees in sand culture

Hideo MORI and Isamu ABE

1. 緒 言

りんごの施肥に関してはN栄養とK栄養の問題は非常に重要で、当時園芸部においても森・山崎^{23) 24) 36)} はりんごの合理的施肥法の確立のための基礎資料をうる目的で、水耕法によりN栄養とK栄養の研究を行って来たが、更にこれらN、K個々の要素の影響のみならず、それらの相互関係の問題もまた重要であるので、筆者等は1953年以來りんご樹を砂耕法により培養し、砂耕液のN/Kの値の変化が樹の生育と養分吸収に及ぼす影響を調査して来た。この報告はその中の未結実樹についてのものである。

く齋一にするため、接目より30cm位の所で3芽残して切り返し、根も切り揃え、最初の2年間は2万分の1ワグネルポット、その後は35ℓの陶器製ポットに移植して、砂耕液で培養して実験を行った。

ポットに入れる礫と砂は充分水洗し、ポットの底に5cm位の厚さに礫(径3cm位)を入れ、その上を砂(径1~2mm)でみたした。砂耕液の与え方はChapman & Liebig¹⁴⁾、Eaton¹⁶⁾及びWhite & Childers³⁵⁾の砂耕装置を参考にして考案した半自動式灌漑装置(su-birrigation system)により行い、砂耕液は20ℓ容の瓶に入れ空気圧縮器(air-compressor)から圧搾空気を送ることにより、1953・'54年は1日2回、1955年は1日

2. 材料及び方法

1. 供試品種並びに培養方法

供試品種は国光で、1953年5月に1年生苗木をなるべ



第1図 砂耕装置(左は35ℓポット、右は2万分の1ワグネルポット)

Fig. 1. Sand culture apparatus (Left: 35ℓ pot, Right: $\frac{1}{20,000}$ Wagner pot)



3 回与えた。20 ℓ 容瓶1コに対しワグネルポットは4コ、35 ℓ ポットは2コ連結した(第1図)。

砂耕液の処理は N/K 値を $\frac{1}{4}$ から $\frac{3}{4}$ まで変化させた6区を設けたが、'55年に $\frac{1}{4}$ 区を新に設け計7区とし、各区4ポット(本)を供試し、各年共5月から11月まで所定の液で培養した。各区の N/K の値・使用塩類の種類と量・各要素の濃度は第1表の通りである。

2. 調査

砂耕液の更新は2週間毎に行い、このときに葉数・新梢長・幹周を測定し、分析用砂耕液の資料を採取した。液の分析方法は $\text{NO}_3\text{-N}$: phenoldisulfonic acid による比色法²⁰⁾、P: molybdivanad phosphoric acid による比色法²⁶⁾、K: flame photometer、Ca・Mg: dotite 試薬による滴定法¹⁹⁾ によった。葉分析用資料は1953 年は葉数が少かったので10月に1回採取したが、'54年・'55年は1カ月毎に採取し、この分析はNのみは semi-micro Kjeldahl 法により、他の成分は上法と同じ方法で行った。なお吸水量は瓶につけた目盛の水位の測定によって行った。

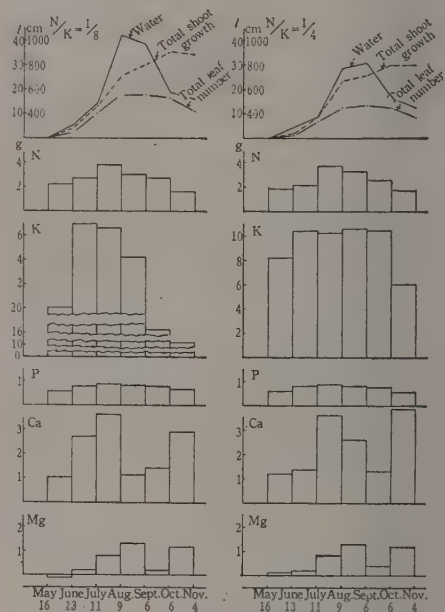
3. 結果及び考察

1. N/K 値と各養分の季節的吸収との関係

各区の養分の季節的吸収については、N・P・K・Ca 及び Mg について調査したが各年ともほぼ似た状態であったので、1955年の結果を樹の生育の変化、吸水量とともに第2図-Aから第2図-Dまでに示した。

これによると $\frac{1}{4}$ 区から $\frac{3}{4}$ 区までは各養分の季節的吸収の経過にはほとんど差がなく、その吸収曲線は森・山崎^{21), 22)} の水耕試験の結果とほぼ同様のものであると解

してよいと思う。但し $\frac{3}{4}$ 区のNと、 $\frac{1}{4}$ 区のKの吸収過程がやや異なるように見える。すなわち $\frac{3}{4}$ 区は生育の初期から多量のNが吸収され、その後は徐々に減少して行き、吸収の山が他の区に比し1カ月前に現れていた。これは“leaf scorch”(葉焼け)の発生により樹の生育が衰え、7月下旬から一部落葉さえみられたので吸収も7月以降



第2図(A) 樹の育成と養分吸収の季節的变化
Fig.2—A Seasonal changes of tree growth, water and nutrient absorption

第1表 砂耕液の調製と組成(1954, 1955)

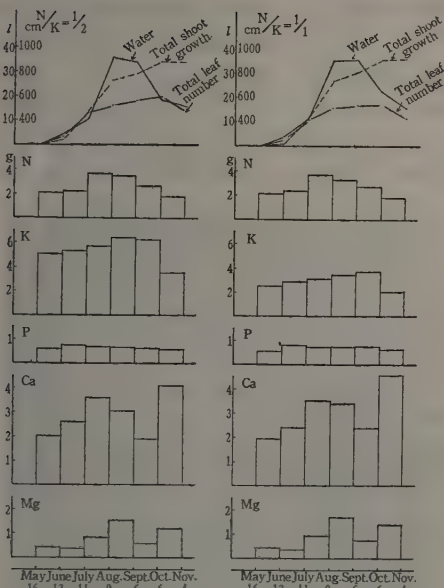
Table 1. Preperation and concentration of nutrient solution*

Plot N/K ratio in nutrient solution	Salts used (mg/ℓ) ***						Concentration (p.p.m.) ***				
	Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	KH ₂ PO ₄	KNO ₃	NaNO ₃	K ₂ SO ₄	Mg SO ₄ · 7H ₂ O	N	K	P	Ca	Mg
$\frac{1}{8}$ **	1180	177	130	255	3345	616	200	1600	40	200	60
$\frac{1}{4}$	1180	177	130	255	1561	616	200	800	40	200	60
$\frac{1}{2}$	1180	177	130	255	669	616	200	400	40	200	60
$\frac{3}{4}$	1180	177	130	255	223	616	200	200	40	200	60
$\frac{2}{1}$	1180	177	130	1467	223	616	400	200	40	200	60
$\frac{4}{1}$	1180	177	130	3891	223	616	800	200	40	200	60
$\frac{8}{1}$	1180	177	130	8739	223	616	1600	200	40	200	60

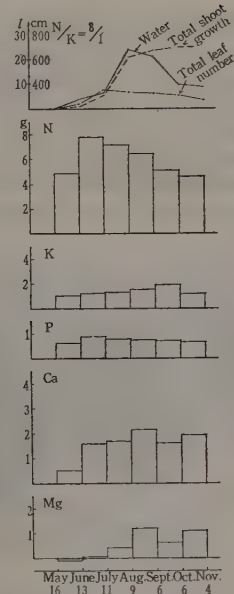
* Minor elements at each plot were as follows: Fe (Fe C₆ H₅ O₇ · 5H₂O) 1.0 p.p.m., Zn (ZnSO₄ · 7H₂O) 0.5 p.p.m., Mn (MnSO₄ · 5H₂O) 0.5 p.p.m. and B (H₃BO₃) 0.5 p.p.m.

** This plot was added in 1955.

*** Salts amount and concentration in 1953 were half.



第2図(B) 樹の育成と養分吸収の季節的变化
Fig. 2-B Seasonal changes of tree growth, water and nutrient absorption



第2図(D) 樹の育成と養分吸収の季節的变化
Fig. 2-D Seasonal changes of tree growth, water and nutrient absorption

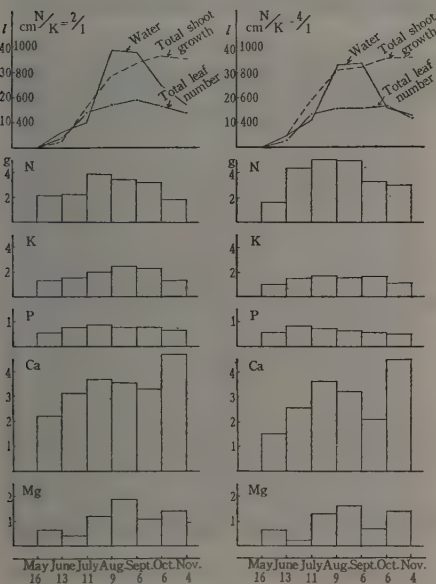
減少して行ったためと思われる。一方 $\frac{1}{2}$ 区のKの吸収曲線は9月に入ってKの吸収が急減しており、この減少の時期が他の区より早くなっていた。これは8月下旬頃から“interveinal chlorosis”の発生が認められ、逐次落葉を伴う生育減が関係して生じた結果と思われる。したがって、これら両区の吸収過程が異なったように見られたのは、その生育状態が正常でなかったためと考えるべきである。

2. N/K値が樹の生育(症状)に及ぼす影響

N/K値が樹の生育・吸水量・葉の症状・養分の吸収量・吸収量の関係値($\frac{1}{2}$ 区の吸収量を100とした場合の関係値)及び吸収比率に及ぼす影響を第2表に示した。

これによると各区の処理は相当大巾に異っていたにもかかわらず、樹の生育は $\frac{1}{2}$ 区を除いた他区はいずれも生育良好で、生育量にもほとんど差がみとめられなかった(第3図)。 $\frac{1}{2}$ 区だけは初年度から“marginal leaf scorch”(葉縁焼け)があらわれ、その生育も明に劣り吸水量も低くなっていたが、これは年とともに著しくなった。なお $\frac{1}{2}$ 区では'53年・'54年は葉に異状はなかったが3年目になって同様に“marginal leaf scorch”(葉縁焼け)があらわれた。

この $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{4}$ 区に見られた“marginal leaf scorch”(葉



第2図(C) 樹の育成と養分吸収の季節的变化
Fig. 2-C Seasonal changes of tree growth, water and nutrient absorption

第2表 砂耕液のN/K値が樹の生育と養分吸収に及ぼす影響
Table 2. Effects of N/K ratio in nutrient solution on tree growth and absorption of nutrients

Plot N/K ratio in nutrient solution	Max. leaf number	Total shoot length (cm)	Trunk circum- ference (cm)	Water (l)	Symptom of leaf	Absorption amount and relative amount*					Absorption ratios					
						N	K	P	Ca	Mg	N/K	N/Ca	N/Mg	K/N	K/Ca	K/Mg
data in 1953																
1/4	74	115	4.1	16.3	normal	1.684	9.306	0.810	—	—	0.18	—	—	5.53	—	—
1/2	82	126	4.0	16.4	"	1.784	4.790	0.776	—	—	0.37	—	—	2.68	—	—
3/4	78	119	3.9	17.2	"	1.13	197	96	—	—	—	—	—	—	—	—
1	86	127	4.1	18.0	"	1.576	2.436	0.808	—	—	0.65	—	—	1.54	—	—
1/4	86	127	4.1	18.0	"	1.100	100	100	—	—	1.33	—	—	0.75	—	—
1/2	79	105	3.9	17.4	"	1.758	1.324	0.828	—	—	1.80	—	—	0.56	—	—
3/4	63	87	3.8	13.2	marginal scorch	2.312	1.286	0.832	—	—	3.75	—	—	0.27	—	—
						147	53	103	—	—	—	—	—	—	—	—
						3.234	0.862	0.806	—	—	—	—	—	—	—	—
						205	35	100	—	—	—	—	—	—	—	—
data in 1954																
1/4	227	352	5.8	46.4	normal	5.320	19.410	1.616	3.745	1.185	0.27	1.42	4.49	3.65	5.18	16.38
1/2	249	377	5.9	45.7	"	102	274	97	71	82	—	—	—	—	—	—
3/4	215	314	5.7	45.3	"	5.256	12.760	1.742	5.133	1.351	0.41	1.02	3.89	2.43	2.49	9.44
1	220	360	5.8	46.4	"	101	180	105	97	93	—	—	—	—	—	—
1/4	207	314	5.4	45.5	"	5.198	7.077	1.658	5.311	1.445	0.73	0.98	3.60	1.36	1.33	4.90
1/2	164	268	5.2	35.9	marginal scorch	5.664	3.714	1.646	6.685	1.567	1.52	0.85	3.61	0.66	0.56	2.37
						109	52	99	126	108	—	—	—	—	—	—
						10.256	3.516	1.680	5.802	1.326	2.92	1.77	7.73	0.34	0.61	2.65
						197	50	101	109	92	—	—	—	—	—	—
						12.264	2.074	1.548	2.814	0.536	5.91	4.36	22.88	0.17	0.74	3.87
						236	29	93	53	37	—	—	—	—	—	—
data in 1955																
1/4	546	905	10.1	133.6	interveinal chlorosis	16.110	126.410	4.470	12.720	3.459	0.13	1.27	4.66	7.85	9.94	36.55
1/2	464	819	9.5	102.4	normal	101	710	104	69	61	—	—	—	—	—	—
3/4	556	899	10.4	119.3	"	15.820	56.300	4.484	14.043	4.160	0.28	1.13	3.80	3.56	4.01	13.53
1	535	920	10.2	122.9	"	99	316	105	76	73	—	—	—	—	—	—
1/4	580	933	10.1	136.5	"	15.890	32.440	4.144	17.462	5.170	0.49	0.91	3.07	2.04	1.86	6.27
1/2	525	908	10.1	113.7	marginal scorch	99	182	97	95	90	—	—	—	—	—	—
3/4	341	670	8.4	71.7	severe mar- ginal scorch	16.000	17.810	4.282	18.399	5.709	0.90	0.87	2.80	1.11	0.97	3.12
						100	100	100	100	100	—	—	—	—	—	—
						16.870	10.950	4.412	20.729	6.784	1.54	0.81	2.49	0.65	0.53	1.61
						105	61	103	112	119	—	—	—	—	—	—
						22.320	8.840	4.050	17.563	5.990	2.52	1.27	3.73	0.40	0.50	1.48
						140	49	95	95	105	—	—	—	—	—	—
						35.800	8.170	4.382	9.573	3.505	4.38	3.74	10.21	0.23	0.85	2.33
						224	46	102	52	61	—	—	—	—	—	—

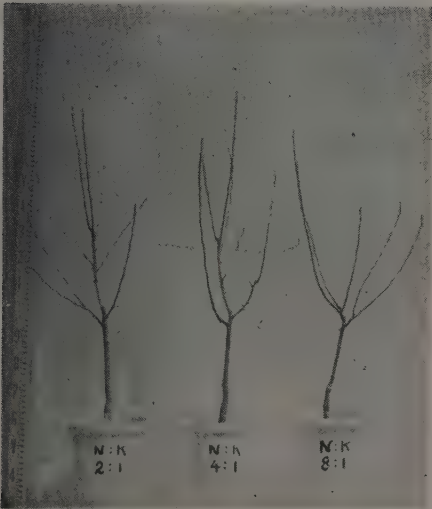
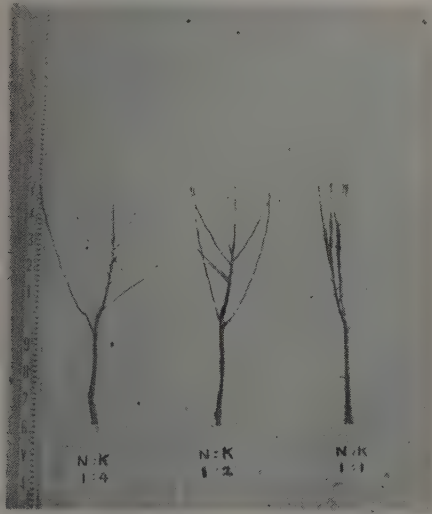
* (relative amount) relative to N/K = 1/2 plot

* (relative amount) relative to N/K = 1/2 plot

縁焼け)の発生は毎年6月下旬から7月上旬にかけて新梢の下部の葉が従来報告されているK欠症状^{3), 8), 9), 15), 25), 28), 29), 30)}と同じような“marginal leaf scorch”(葉縁焼け)を生じてくるが, この“scorch”の出現は“chlorosis”から“scorch”にすすむのではなく, 急激にあらわれるのが特徴である。更に生育がすすむにつ

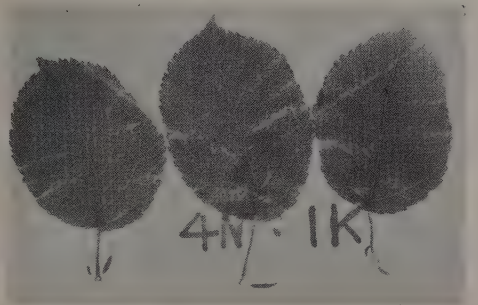
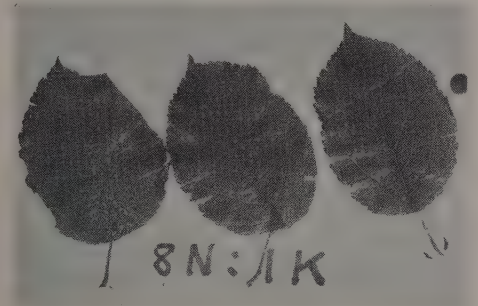
れ“scorch”の部分が葉の内方へすすみ, 葉の上方へまきこみ, 遂に落葉するに至る(第4図)。このように砂耕液のN/K値が高くなるとK欠乏の場合にみられるような“leaf scorch”(葉焼け)のあらわれることはすでにWallace^{28), 29)}によって認められている。

“marginal leaf scorch”(葉縁焼け)があらわれた $\frac{9}{16}$ 区の樹が実際に吸収した3年間のN/K値はそれぞれ



第3図 砂耕液のN/K値が樹の成育に及ぼす影響(1955, 4月)

Fig. 3. Effects of N/K ratio in nutrient solution on tree growth (1955, April)



第4図 砂耕液のN/K値が $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{16}$ の区に発生した“Marginal leaf scorch”(葉縁焼け)及び落葉状況(1955, 8月)

Fig. 4. The marginal leaf scorch and defoliation observed in the $\frac{9}{16}$ and $\frac{1}{16}$ plot of N/K ratio in nutrient solution (1955, Aug.)

3.75・5.91・4.38であり、'55年の 1/4 区では2.52でそのときの砂耕液の N/K 値より著しく低い値となっていたのは後述するように、樹によるNの吸収増加は液のNの増加に比例して増加しなかったためである。本実験の結果からすればこの吸収比が2.5~3.0以上になると“leaf scorch”（葉焼け）の発生の危険性があると考えられるが、葉内含量の N/K の絶対値については第3表にみられるように年による差異が大きく、このような関係はみられなかった。

“marginal leaf scorch”（葉縁焼け）があらわれた1954年の 1/4 区、1955年の 1/4 区、 1/4 区の葉内K含量は第3表からみると、1.77%・1.39%・1.45%で、この含量は症状をあらわさなかった 1/4 区・ 1/4 区・ 1/4 区の含量よりは多少低くはなっていたが、著しい差がなく、従来K欠症状のあらわれる限界といわれているK含量（1.00~0.75%以下）^{3), 5), 8), 10), 17), 25), 32)}より著しく高い値を示していたことは注目すべきことである。

“leaf scorch”（葉焼け）の発生については Batjer & Degman³⁾は葉内K含量が0.68%以下でみられ、1.00%以下になると不足とみてよいといっている。Cain⁹⁾は葉内K含量の低いことよりもMg含量の高いことから生ずる“toxicity”の結果であるといっているが、本実験の

結果では生育の減少に伴い、Mg 含量も低くなっていた。したがって本実験において認められた“marginal leaf scorch”（葉縁焼け）は症状は類似しているが、K 欠乏の場合に見られるものとは異なったもので、N・K のアンバランスによって引き起されたものと考えべきであろう。なおこの場合の葉内N・K含量の比率は他の区より高く、1954年で2.26、'55年で2.66と2.86であり、“total cation”（Me/100g）は両年ともほぼ同様で他の区と差がなかったが、K/Ca + Mg は最も低く、Ca/K は高い値を示していた。

更に1955年に新に設けた砂耕液のK濃度の著しく多い 1/4 区には、8月下旬頃から新梢の基部の葉に“interveinal chlorosis”があらわれるようになり、丁度 Mg 欠症状^{15), 27), 28), 30), 31), 32)}と同じ症状を呈し逐次落葉し、新梢の頂部の葉が残るようになったが(第5図)、他の区の葉にはこのような症状はみられなかった。この場合実際の吸収量もKはNの7.85倍、Caの9.94倍の多量であり、Mgの吸収も減少してK/Mgの値は36.55で著しく高かった。また葉内含量においてもMg含量は7月採葉のもので0.28%、8月で0.26%、9月で0.22%となり、これまでMg欠症状を発生する限界といわれている0.25%^{5), 6), 12), 17), 31), 32), 33)}にほぼ近い値

第 3 表 砂耕液の N/K 値が葉内無機成分含量に及ぼす影響
Table 3. Effects of N/K ratio in nutrient solution on the mineral content of apple leaves (1954, 1955 July)

N/K ratio in nutrient solution	Percent dry matter basis						Me/100g dry matter basis							
	N	K	Ca	Mg	N/K	K/Mg	K	Ca	Mg	K+Mg+Ca	$\frac{K}{Ca+Mg}$	$\frac{Ca}{K}$	$\frac{K}{Mg}$	
	1954													
$\frac{1}{4}$	3.76	2.63	0.64	0.34	1.43	7.74	67.270	31.936	27.960	127.166	1.123	0.475	2.406	
$\frac{1}{2}$	3.82	2.49	0.73	0.36	1.53	6.92	63.689	36.427	29.605	129.721	0.965	0.572	2.151	
$\frac{3}{4}$	3.78	2.29	0.72	0.44	1.65	5.20	58.574	35.928	36.183	130.685	0.812	0.613	1.618	
$\frac{3}{4}$	3.83	1.85	0.75	0.44	2.07	4.20	47.319	37.425	36.183	120.927	0.643	0.791	1.308	
$\frac{4}{5}$	3.91	1.90	0.78	0.46	2.06	4.13	48.598	38.922	37.828	125.348	0.633	0.801	1.285	
$\frac{5}{5}$	4.00	1.77	0.86	0.38	2.26	4.66	45.273	42.914	31.249	119.436	0.610	0.948	1.449	
	1955													
$\frac{1}{8}$	3.80	2.24	0.86	0.28	1.70	8.00	57.294	42.914	23.026	123.234	0.869	0.749	2.488	
$\frac{1}{4}$	3.79	1.88	0.99	0.35	2.02	5.37	48.086	49.401	28.782	126.269	0.615	1.027	1.671	
$\frac{1}{2}$	3.78	1.59	1.16	0.38	2.38	4.18	40.669	57.884	31.250	129.803	0.456	1.423	1.301	
$\frac{3}{4}$	3.79	1.53	1.16	0.40	2.48	3.83	39.134	57.884	32.894	129.912	0.431	1.479	1.190	
$\frac{3}{4}$	3.83	1.51	1.17	0.40	2.54	3.78	38.622	58.383	32.894	129.899	0.423	1.512	1.174	
$\frac{4}{5}$	3.86	1.45	1.20	0.37	2.66	3.92	37.088	59.880	30.427	127.395	0.411	1.615	1.219	
$\frac{5}{5}$	3.98	1.39	1.22	0.33	2.86	4.21	35.553	60.878	27.138	123.569	0.404	1.712	1.310	



第5図 砂耕液の N/K 値が $\frac{1}{8}$ の区に発生した interveinal chlorosis 及び落葉状況 (1955, 9月)

Fig. 5. The interveinal chlorosis and defoliation observed in the $\frac{1}{8}$ plot of N/K ratio in nutrient solution (1955, Sept.)

を示していた。このときのK含量は高く K/Mg も 8.00 (Dry matter %), 2.488 (Me/100g) と高い値を示していた。“interveinal chlorosis”の発生については、葉内Mg含量の絶対量の不足 (Mg % = 0.25 %以下)とともに、K供給の増加によるKとMgとの拮抗作用によって生ずるMg含量の減少によって生ずることは、

Boynton & Burrell⁴⁾, Cain⁹⁾, 10), 12), Eaves & Kelsall¹⁷⁾によって認められているが、Wallace²⁸⁾, 31)は培養液のK/Mg値が高くなると、Mg欠乏の場合と同じ症状がひき起されるといっている。すなわち本実験の場合にみられた“interveinal chlorosis”もKの高いためにひき起されたMgの減少によって発生したものと推察される。

以上のようにNとKの施用のアンバランスが特有の病徴をあらわし生産にも影響を及ぼすことは実際栽培の場合にも重要なことであると考えられる。

3. N/K値が養分の吸収に及ぼす影響

第2表の養分吸収量とその関係値をみると、各年とも $\frac{1}{8}$ 区に比べNの吸収量も、Kの吸比量も各々その供給濃度の増加につれて増加していた。この吸収量の増加の割合を関係値からみると、砂耕液のK濃度が2・4・8倍に増加すると、Kの吸収量はそれぞれ1953年には197・382, '54年には180・274, '55年には182・316・710に増加しているが、一方Nの吸収量は1953年には112・147・205, '54年には109・197・236, '55年には105・140・224に増加するのみである。すなわちKの吸収量は砂耕液のK濃度の増加に比例して増加していたが、Nの吸収量増加の割合ははるかに少いことがしられた。

一方K濃度の増加はNの吸収量を増加させるということもいわれているが^{29), 13)}、本実験の結果では $\frac{1}{8}$ ・ $\frac{1}{4}$ 両区のNの吸収量は1953年には113・107, '54年には101・102, '55年にはいづれも99, 更に $\frac{1}{8}$ 区で101となっていてほとんどK濃度の影響をうけていなかった。所がK濃度が同じ場合にN濃度を増加して行くと、Kの吸収量が抑制されること、すなわちNがKに与える拮抗作用はWallace³⁴⁾, Cain¹⁰⁾によっても認められているが、本実験の結果でも $\frac{1}{8}$ ・ $\frac{1}{4}$ ・ $\frac{1}{2}$ の3区におけるKの吸収量は1953年で54・53・35, '54年で52・50・29, '55年で61・49・46のように抑制されていることがみられた。

N濃度の増加によりCa・Mgの吸収量が増加するといわれているが^{7), 10), 11)}, $\frac{1}{8}$ ・ $\frac{1}{4}$ 両区においてはほとんど差がなく、 $\frac{1}{8}$ 区だけ著しい減少が認められた。しかしこの吸収減も“leaf scorch”(葉焼け)の発生によってひき起された生育量の減少によるためとも考えられるので、この場合N濃度の増加そのものはCa・Mgの吸収にはほとんど影響がなかったと考えるべきであろう。一方K濃度の増加によりCa・Mgの吸収量の抑制されることはCain^{10), 11), 12)}によって認められているが本実験の結果でも同様であった。すなわち砂耕液のN/K値の増加はKの吸収を妨げる傾向が明であるが、Ca・Mgの吸収はその値がある程度以上高くなった時にだけその減少

が認められた。

Pの吸収量については、本実験では各年とも供給量の大部分が吸収され頭打ちの形となっていたので、これに及ぼす影響は論ずることが出来ない。

4) N/K値が葉内無機成分含量に及ぼす影響

N/K値が葉内無機成分含量に及ぼす影響については1954・'55の両年ともほぼ同じ傾向を示したので、1955年の結果について各区の葉内無機成分含量の季節的变化を第6図に、その7月の実数を第3表に示した。

これによるとN・P・Kは季節の進むにつれ漸減し、Ca・Mgはこれと反対の傾向を示しているが、これはすでに一般に認められていることである。各区におけるN・P・K・Ca・Mgの葉内含量をみると、樹体の吸収した当該要素の増減に応じて増減を示している。すなわち砂耕液のN濃度が、2・4・8倍になるとN含量は1954年には3.83%・3.91%・4.00%、'55年には3.83%・3.86%・3.98%に増加しているが、逆にK含量は1954年には1.85%・1.90%・1.77%、'55年には1.51%・1.45%・1.39%に減少しているのがみられた。一方1955年の結果にみられるようにK濃度が2・4・8倍になるとK

含量は1.59%・1.88%・2.24%に増加しているが、Ca含量は1.16%・0.99%・0.86%、Mg含量は0.38%・0.35%・0.28%に減少しているのがみられた。

N増加による葉内K含量の減少、K増加による葉内Ca・Mg含量の減少に就ては多くの研究者によって認められているが^{4), 7), 9), 10), 11), 12), 17), 18)}、本実験でもこのことが認められている。Boynton & Compton⁴⁾、Cain^{7), 8)}はN施用によるK含量の減少は、生育増のためといっているが、本実験においてはNによって生育はむしろ減少をみているので、実際のKの吸収量の減少によって引き起されたK含量の減少とみるべきであろう。

葉内N・K含量の比率はN濃度の増加により増加し、K濃度の増加により減少していた。K・Mg含量の比率はN・K濃度の増加により増加しているが、Kによる増加の方が著しかった。すなわち葉内含量の比率も当該要素の吸収比率に応じて増減していることが見られた。しかしこの比率の絶対値は年により一定していなかった。

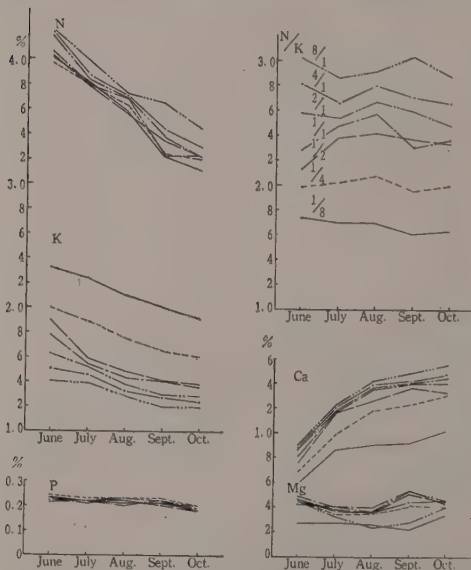
以上の結果から葉分析値の相異は当該要素の吸収量の多少すなわち、その栄養状態の相異を示しているといえることが出来るので、葉分析を行うことにより一般圃場の栄養診断を行うことは困難であるが、本実験にみられるように養分供給以外の他の条件が一定な状態においては葉分析値の比較によってその栄養状態を診断することが出来ることを示しているものと思う。すなわち葉分析は一定の条件下においては栄養診断の有力な手段となるものと考えられる。

4. 摘 要

1. この報告は1953~1955の3カ年にわたり、りんご未結実樹(国光)を砂耕法によって培養し、砂耕液のN/Kの値の変化($\frac{1}{8}$ ・ $\frac{1}{4}$ ・ $\frac{1}{2}$ ・ $\frac{3}{4}$ ・ $\frac{3}{2}$ ・ $\frac{3}{1}$ ・ $\frac{4}{1}$ ・ $\frac{8}{1}$)が樹の生育と養分吸収に及ぼす影響を調査したものである。

2. 砂耕液のN/Kの値が $\frac{1}{8}$ ~ $\frac{8}{1}$ までの区の養分吸収過程は水耕試験の結果と同様であったが、 $\frac{3}{4}$ 区・ $\frac{1}{2}$ 区のN、Kの吸収過程はやや異なり、 $\frac{3}{4}$ 区のNは生育初期から多量吸収され、その後は徐々に減少し、 $\frac{1}{2}$ 区のKの吸収は他の区に比し1カ月減少の時期が早くなっていた。これは両区とも“marginal leaf scorch”(葉縁焼け)及び“interveinal chlorosis”のあらわれたためと思われる。

3. 樹の生育状態は3カ年とも $\frac{3}{4}$ 区のみ悪く、他の区はいづれも生育良好で生育量にも差がなかった。3カ年共 $\frac{3}{4}$ 区と1955年の $\frac{1}{2}$ 区に6月下旬~7月下旬に“marginal leaf scorch”(葉縁焼け)の発生が認められ、1955年の $\frac{1}{2}$ 区に8月下旬に“interveinal chlorosis”の発生



第6図 砂耕液のN/K値が葉内無機成分含量に及ぼす影響 (1955)

Fig. 6. Effect of N/K ratio in nutrient solution on the mineral content of apple leaves at different season (1955)

が認められた。

4. “Marginal leaf scorch”. (葉縁焼け) を発生したものの葉内K含量は相当高かったことから、この実験でひき起された“marginal leaf scorch” (葉縁焼け) はK欠乏によってひき起されたものと同一のものではなくN/Kのアンバランスによってひき起されたものと考えられた。

5. “Interveinal chlorosis” は砂耕液のK濃度の高いためにひき起されたMgの減少によって発生したものである。

6. 養分の吸収量については、N・K濃度の増加によりN・Kの吸収量も増加したが、Nの吸収量の増加の割合はKに比べて少かった。N濃度の増加によりKの吸収量は減少したが、K濃度の増加によるNの吸収量の変化は認められなかった。Ca・Mgの吸収量はN/K値がある程度以上高くなったときにだけ、N濃度の増加による減少が認められ、またK濃度の増加により減少した。

7. 各区の葉内無機成分含量は樹体の吸収した当該要素の増減に応じて増減を示していた。一方Nによる葉内K含量の減少及びKによる葉内Ca・Mgの減少も認められた。このことから葉分析法は一定条件の下では栄養診断の有力な手段となるものであると考えられる。

引用文献

- 1) 阿部勇. 1955. 園芸技術新説(蔬菜の水耕法): 714~721. 養賢堂
- 2) Batjer, L. P., Baynes, W. C. and Regeimbal, L. O. 1940. The interaction of nitrogen, potassium and phosphorus on growth of young apple trees in sand culture. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37: 43
- 3) Batjer, L. P. and Degman, E. S. 1940. Effects of various amounts of nitrogen, potassium and phosphorus on growth and assimilation in young apple trees. Jour. Agr. Res. 60: 101~116
- 4) Boynton, D. and Burrell, A. B. 1944. Potassium induced magnesium deficiency in the McIntosh apple tree. Soil Sci. 58: 441~454
- 5) ———, Cain, J. C. and Compton, O. C. 1944. Soil and seasonal influences on the chemical composition of McIntosh apple leaves in New York. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 44: 15~24
- 6) ———, ———, and Geluwe, J. V. 1943. Incipient magnesium deficiency in some New York apple orchards. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 42: 95~100
- 7) ———, and Compton, O. C. 1944. The influence of differential fertilization with ammonium sulfate on the chemical composition of McIntosh apple leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 45: 9~17
- 8) ———, Reuther, W. and Cain, J. C. 1941. Leaf analysis and apparent response to potassium in some prune and apple orchards, preliminary report. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 38: 17~20
- 9) Cain, J. C. 1948. Some interrelationships between calcium, magnesium and potassium in one-year-old McIntosh apple trees grown in sand culture. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51: 1~12
- 10) ———. 1953. The effect of nitrogen and potassium fertilizers on the performance and mineral composition of apple trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 62: 46~52
- 11) ———. 1953. The absorption and distribution of mineral nutrients in apple trees as affected by nutrient supply. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 62: 53~66
- 12) ———. 1955. The effect of potassium and magnesium on the absorption of nutrients by apple trees in sand culture. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 65: 25~31
- 13) Chandler, R. F. Jr. 1936. Absorption, distribution and seasonal movement of potassium in young apple trees and the effect of potassium fertilizer on potassium and nitrogen content and growth of trees. Jour. Agr. Res. 53: 19~42
- 14) Chapman, H. D. and Liebig, G. F. Jr. 1938. Adaptation and operation of automatically operated sand culture equipment. Jour. Agr. Res. 56: 73
- 15) Davis, M. B. 1930. Investigations on the nutrition of fruit trees. Jour. Pomol. Hort. Sci. 8: 316~344
- 16) Eaton, F. M. 1941. Plant culture equipment. Plant Physiol. 16: 385
- 17) Eaves, C. A. and Kelsall, A. 1938. Chemical composition of Cortland apple leaves in relation to nutritional treatment. Jour. Agr. Res. 29: 59~71
- 18) Hoblyn, T. N. 1941. Manurial trials with apple trees at East Malling. 1920—1939. Jour. Pomol. Hort. Sci. 18: 325~342
- 19) Kuang, L. C. and Bray, R. H. 1951. Determination of calcium and magnesium in soil and plant materials. Soil Sci. 72: 449~458
- 20) 三宅泰雄. 1949. 水質分析法. 小山書店
- 21) 森英男, 山崎利彦. 1955. 水耕法によるりんご樹の養分吸収に関する研究(第1報). 園学誌. 23: 205~213
- 22) ———, ———. 1957. ——— (第2報). 東北農試報告. 11: 1~20
- 23) ———, ———. 1958. りんごのN栄養に関する研究(第2報). 東北農試報告. 13: 80~92
- 24) ———, ———. 1959. ——— (第3報). 東

- 北農試報告 15 : 69~80.
- 25) Reuther, W. and Boynton, D. 1940. Variations in potassium content of the foliage from certain New York orchards. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 37 : 32~38
- 26) 渡川潤一他. 1955. りんごの葉分析に関する研究 (第1報). 青森県りんご試験場資料. 第5号
- 27) Southwick, L. 1943. Magnesium deficiency in Massachusetts apple orchards. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 42 : 85~94
- 28) Wallace, T. 1924~25, 1926~27. Experiments on the manuring of fruit trees. I~II. *Jour. Pomol. Hort. Sci.* 4 : 117~140. 5 : 1~33
- 29) ———. 1928—29. Leaf scorch on fruit trees. *Jour. Pomol. Hort. Sci.* 6 : 243~381. 7 : 1~31
- 30) ———. 1930. Experiments on the manuring of fruit trees. III. *Jour. Pomol. Hort. Sci.* 8 : 23~43
- 31) ———. 1939. Magnesium deficiency of fruit trees. *Jour. Pomol. Hort. Sci.* 17 : 150~166
- 32) ———. 1940. Chemical investigations relating to magnesium deficiency of fruit trees. *Jour. Pomol. Hort. Sci.* 18 : 145~160
- 33) ———. 1940. Magnesium deficiency of fruit trees. *Jour. Pomol. Hort. Sci.* 18 : 261~274
- 34) ———. 1952. Some aspects of the mineral nutrition of horticultural plants. Report of the 13th Inter. Hort. Cong. 127~136
- 35) White, D. G. and Childers, N. F. 1944. A method of measuring root respiration. *Plant Physiol.* 19 : 699~703
- 36) 山崎利彦・森英男. 1957. りんごのN栄養に関する研究 (第1報). 東北農試報告. 11 : 21~28

Résumé

1. This paper was undertaken to determine the effects of N/K ratio in the nutrient solution on the growth and nutrient absorption by using non-bearing apple trees (Rall's Janett) grown in sand culture. The experiment was continued 1953 to 1955. The trees were irrigated twice-thrice daily with the nutrient solution by the subirrigation system. N/K ratio in the nutrient solution was as follows : $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{3}{1}$ and $\frac{3}{1}$; in 1955 $\frac{1}{2}$ was added.

2. Seasonal absorption process of essential elements in the $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$ plot was analogous to the results shown in recent papers with water culture experiments (H. Mori and T. Yamazaki 1953, 1957). However, N absorption in the $\frac{3}{4}$ plot increased greatly at the beginning of early growth, then it decreased gradually, and the decline of K absorption in the $\frac{1}{2}$ plot was earlier about one month than in other plots. It is believed that these abnormal absorption processes observed in these plots were due to occurrence of marginal leaf scorch and interveinal chlorosis.

3. In the $\frac{3}{4}$ plot the tree growth was poor and disordered in every year, but in the other plots was vigorous and there were not significant among the growth production. A marginal leaf scorch, accompanied by a curling of the edges, developed in the $\frac{3}{4}$ plot in every year and $\frac{1}{2}$ plot in 1955 from late June to late July. A interveinal chlorosis developed in the $\frac{1}{2}$ plot at late August.

4. Because K content in the leaves having a marginal leaf scorch was relatively high, it was believed that the marginal leaf scorch appeared in this experiment was different from the symptom by the K deficiency and induced by the unbalance between N and K.

5. A interveinal chlorosis may be induced by decreasing of Mg by the high level of K in the nutrient solution.

6. Absorption of N or K was heightened with increasing of N or K level in the nutrient solution and the rate of N absorption was lower than that of K absorption. Absorption of K decreased with increasing of N, whereas N absorption was not affected by increasing of K. The absorption for both Ca and Mg decreased with the sharply promotion of value of N/K ratio and with the increasing of K concentration.

7. The positive relationship between the increasing or decreasing of the amount of inorganic constituent in the leaf for each plot and those absorbed by the tree itself was observed. The antagonistic effects of N in reducing the leaf content of K and K in reducing the leaf content of Ca, Mg were recognized. Therefore, it must be sure that leaf analysis can be used as a promising diagnostic tool under controlled condition.

Isaria fumosorosea WIZE によるモモシクイガ 防除に関する研究

第2報 接種試験・菌の生態及び大量培養法について

関 口 昭 良

Studies on the control of peach fruit moth by entomogenous fungus "*Isaria fumosorosea* WIZE"

2. The inoculation tests, some cultural characters of the fungus and its fundamental factors on the large scale culture

Akira SEKIGUCHI

緒 言

1950年の冬期に当園園芸部害虫研究室において飼育中のモモシクイガ (*Carpasina nipponensis*) の越冬幼虫に硬化病が発生し多数の幼虫が斃死した。このことからこの寄生菌の利用による生物防除の可能性が考えられたので、筆者は1951年以来これに関する研究を進めており、既に第1報として菌の同定及び寄生性について報告した。すなわち前報¹⁾においては、本菌が、"*Isaria fumosorosea* WIZE" であること及びポットにおける接種試験の結果、寄生率が高くこの目的に使用し得る可能性のあることを明かにしたのであるが、この結果引き続いてこの実用化のための研究を行っており、現在迄に得た接種試験・本菌の生態及び大量培養法に関する試験結果をまとめてここに報告する。

本研究を行うに当り全般的な御指導並びに御校閲を賜った園芸部長森博士、終始御指導と御援助を戴いた害虫研究室長豊島技官、病害研究室員各位に対して深く感謝する。

1. 接 種 試 験

1. ポット試験

前報で報告したポット試験に引続きベントナイトで増量した孢子の接種率と残効性の検定を行った。

1) 材料及び方法

供試菌は大豆粕10%液体培養基に25°Cで培養し充分孢子の形成されたものを30°Cで乾燥し粉末にして重量比で

1:60の割合でベントナイトで増量、これを接種原とした接種量は反当3kgの割合、すなわち圃場の樹冠下に埋没した直径30cmの素焼のポットに1ポット当たり0.2gをあらかじめ撒布しておきその後老熟幼虫を放飼した。放飼後は幼虫の逃亡を防ぐためビニールを以て覆い、逃亡のおそれが無くなってから蚊張地を覆った。処理・区制及び供試虫数は次の通りである。

- a) 無接種区 20鉢 供試虫数1000頭(1鉢50頭)
- b) 前年接種区20鉢 供試虫数 994頭(1鉢50頭)
- c) 3年前接種区 5鉢 供試虫数 250頭(1鉢50頭)

無接種区は1954年6月に放飼。前年接種区は1954年6月接種放飼。3年前接種区は1952年放飼接種。1953年6月放飼。1954年6月放飼。調査は各区ともに1955年6月に行った。

2) 結果並びに考察

各処理区の羽化率の調査結果は第1表に示す通りである。標準区も種々な理由で斃死するものがあったためか全体の羽化率は低いが無接種区と両接種区との間には明かな差があり接種の効果は認められ、更に処理後3年間経過したものにおいても寄生率がそれ程低下していない事実は注目すべきである。これは土中において斃死虫体

第1表 ポット試験羽化率

区 別	項 目	供試虫数	羽化頭数	羽化率 %
無 接 種 区		994	420	42.2
前 年 接 種 区		1,000	151	15.1
3 年 前 接 種 区		250	49	19.6

上に形成された多量の孢子が翌年の接種原となっているものと考えられる。しかしながら実際の圃場においては虫の密度はポット内に比べて極めて低いので接種原としての濃度も低くなるのでこの残効性がどの位続くかは環境条件との関連において今後研究する必要があるものと思う。

2. 網室試験

ポットと同様の試験を更に自然に近い条件の下で行うため、圃場の樹間に90.9cm平方の網室を設置して接種試験を行った。

1) 材料及び方法

網室は90.9cm平方で高さ1.515mの金網張りで底のないものを用いた。圃場の樹間にそのまま設置しその中の土壌に菌を撒布し幼虫を放飼した。供試虫数は1室当り100頭で、無接種区・接種区共各1室、接種原・接種量・接種方法・飼育法及び幼虫採集法等はポット試験の場合に準じて行った。

処理は1954年6月接種放飼を行い翌1955年6月に羽化率調査を行った。

2) 結果並びに考察

羽化率調査の結果は第2表に示す通りである。ポット試験の場合と同様無接種区の羽化率は低いが両区の羽化率の差は顕著で、明かに接種の効果が認められた。従って少なくともこれと同様な環境条件の圃場においては実用化の可能性は充分考えられる。

第2表 網室試験羽化率

区 別	項 目	供試虫数	羽化頭数	羽化率 %
無 接 種 区		100	69	69
接 種 区		100	3	3

2. *Isaria fumosorosea* WIZE

の生態に関する試験

1. 孢子形成及び生育に及ぼす光線の影響

1) 材料及び方法

実験Ⅰ 大豆粕10%斜面寒天培地上に分生孢子を接種し次の3つの処理を行いつつ25℃の定温器で培養しその生育及び分生孢子の形成の良否を調査した。

a. 黒い紙袋の中に赤色の紙袋を重ねその中に試験管

を入れ封をして培養した。

b. そのまま100W電灯光の下に曝露しながら培養した。

c. 普通に使用している定温器中に入れて培養した（時々扉を開ける時に室内の散光が入る程度の光線が与えられる）。

実験Ⅱ 大豆粕10%斜面寒天培地に25℃で培養し分生孢子形成直前にあるものを各直射日光に、1分・5分・10分・20分・30分・60分・120分・240分・300分間曝露して再び25℃の定温器中で培養し、その後の生育並びに分生孢子の形成を調査した。

2) 結果並びに考察

実験Ⅰの光を遮断した区では空中菌糸の生育が多く綿状でほとんど孢子を形成しなかった。電灯光及び室内散光が与えられた区においては生育良好で孢子の形成も多かった。すなわち全く光線を照射しない場合には孢子の形成が著しく不良となるものと認められる。実験Ⅱでは1分から60分間までは影響は認められないが120分以降は分生子梗の形成だけ多く孢子の形成が少く、240分以降は僅かに孢子の形成を認め得たに過ぎず綿状を呈した。以上の結果から正常な孢子の形成には光線が必要であり、その光線は電灯光または自然光の何れでもよく且つ長時間照射の必要はない。また直射日光に2時間以上曝されると孢子の形成は極めて不良となり、生育も不良となる。従って本菌の培養に当っては直射日光に長時間曝されることを避け、なお光線を与える必要がある。

2. 温度の生育に及ぼす影響

菌の生育適温・高温及び低温の影響を調査した。

1) 材料及び方法

大豆粕10%斜面寒天培地に分生孢子を接種して各所定の温度の定温器中で培養し、その生育及び分生孢子の形成を比較し、また一方において同様の培地に分生孢子を接種後所定の高温及び低温に30分間置き、後に25℃で培養してその生育及び分生孢子の形成を調査した。

2) 結果並びに考察

第3～5表に示す通りである。すなわち生育適温は20～35℃の間にあり、高温の影響は50℃30分でやや生育が劣り、それ以上の高温では更に生育が阻害され、65℃30分以上では生育は全く停止した。従って本菌の培養には

第3表 生育適温試験結果

温 度	0℃	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃
生 育	—	—	+	++	+++	+++	+++	+++	+

—全く生育せず +生育不良 ++稍生育不良 +++生育良好

第4表 高温の生育に及ぼす影響

温度 経過日数	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C	標準 25°C
3	+	+	+	+	—	—	—	—	+
6	+++	+++	++	+	—	—	—	—	+++
9	+++	+++	+++	++	+	+	—	—	+++
12	+++	+++	+++	++	+	+	—	—	+++

符号は第3表と同じ

第5表 低温の生育に及ぼす影響

温 度	-2°C	-11°C	-15°C	-18°C	-26°C
寒 剤 の 組 成	Na ₂ CO ₃ 20 水 100	CaCl ₂ 30 水 100	NH ₄ Cl 25 水 100	NaCl 33 水 100	NaNO ₃ 55 NH ₄ NO ₃ 52 水 100
生 育	+++	+++	+++	+++	+++

符号は第3表と同じ

20~35°Cが適当で50°Cに30分以上あわせることは避けなければならない。低温ではこの実験の範囲内では生育に何等の異常を認め得るまでに至らなかった。

3. Isaria fumosorosea WIZE菌の

大量培養法に関する試験

1. 培養基材料の種類に関する試験

大量に入手出来て、なおかつ安価であり、しかも菌の生育に適する培養基材料を見出すことを目的として次の試験を行った。

1) 材料及び方法

a. 肉煎汁 牛肉 500 g を煮沸して後冷却濾過し蒸溜水を加えて全量を 1 ℓ とした。

b. 土壌煎汁 土壌 1 kg を煮沸して濾過しこれに K₂

HPO₄ を 2 g 加えて蒸溜水を加え全量を 1 ℓ とした。

c. Currie氏液 蒸溜水 1 ℓ に NH₄NO₃ 2.5 g, K₂HPO₄ 1 g, MgSO₄·7H₂O 0.25 g, 蔗糖 150 g を加えた。

d. 粕類 (大豆粕・菜種粕・いわし粕・いわし生粕・いわし溶粕・小女子粕・ほつけ粕・小鯊粕) 煎汁の場合には 10% 液、固体の場合は少量の水を加えて煮沸した。

上記培地は液体・固体ともに 100 cc 三角フラスコに入れ、25°C の定温器で培養し生育及び分生孢子の形成を調査した。

2) 結果並びに考察

第6表に示す通りである。供試培養基材料中では大豆粕が最もその目的に適したものであると考えられる。すなわち煎汁・固体ともに菌の生育は肉汁とともに供試材

第6表 各培地上における生育

培 地 名	生育指数*	生育状況及び孢子の形成程度
肉 煎 汁	10	菌の生育は良好で孢子の形成も多かった
土 壤 煎 汁	1	ほとんど生育せずそのままの大きさで孢子を作った
Currie氏液	8	空中菌糸が多く綿状で孢子形成はおそく且つ不良であった
大 豆 粕	10	生育は良好で分生子梗束が多く出来て孢子の形成が最も多かった
い わ し 粕	3	点状に生育し空中菌糸の発生が少く生育不良。孢子の形成は早かった
い わ し 生 粕	3	"
い わ し 溶 粕	3	"
小 女 子 粕	2	"
ほ っ け 粕	4	"
小 鯊 粕	2	"

* 肉煎汁の生育を10とした場合の生育程度
(粕類は液体・固体の両方法とも共通)

第 7 表 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の *I. fumosorosea* の生育に及ぼす影響

濃度 日数	1ppm	5ppm	10ppm	50ppm	100ppm	500ppm	1,000ppm	5,000ppm	10,000ppm
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++
3	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
4	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

符号は第 3 表と同じ

料中最も良く、分生胞子の形成は肉汁よりも良かった。
他の培養基材料は大豆粕に比較して甚だ不良であった。

2. 薬剤加用による培養法に関する試験

本菌の培養中に最も大きな障害は雑菌の混入であるので、培養基に何らかの薬剤を加用することにより雑菌の繁殖を防いで培養法を簡略化するため次の試験を行った。

1) 材料及び方法

供試薬剤並びに培養方法は次の通りである。

a. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 濃度は $1 \cdot 10 \cdot 50 \cdot 100 \cdot 1,000 \cdot 5,000 \cdot 10,000\text{ppm}$ 。

b. HgCl_2 濃度は $0.1 \cdot 0.02\%$

c. NaCl $0.1 \cdot 0.3 \cdot 0.5 \cdot 0.7 \cdot 1.0 \cdot 1.5 \cdot 2.0\%$

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ は 10% 大豆粕煎汁に加用、 NaCl は 10% 大豆粕煎汁寒天培地に加用、 HgCl_2 は薬液中に 1 分間菌糸を浸漬した後蒸留水で洗滌し 10% 大豆粕煎汁寒天に移した。各区とも 25°C の定温器中で培養し生育並びに胞子の形成を調査した。

2) 結果並びに考察

結果は第 7～9 表の通りである。 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 区では 10,000ppm に至るまで全区とも生育に影響がなく、本菌は $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ に対して特異な耐性を示した。 HgCl_2 は全処理ともに全く発育せず、 NaCl は 1.0% 以上が初期の生育に影響が見られたが 6 日目以降は影響がなかった。しかしながら雑菌の生育を抑制する効果はなかった。上記の結果からこの目的に使用する薬剤としては $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ が極めて有効であることが判明した。

第 8 表 HgCl_2 の *I. fumosorosea* の生育に及ぼす影響

時間 濃度	1分	5分	10分	20分	30分	60分
0.1 %	—	—	—	—	—	—
0.02 %	—	—	—	—	—	—

符号は第 3 表と同じ

第 9 表 NaCl の *I. fumosorosea* の生育に及ぼす影響

濃度 日数	0.1%	0.3%	0.5%	0.7%	1.0%	1.5%	2.0%
1	+	+	+	+	+	+	+
3	+++	+++	+++	+	+	+	+
6	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

符号は第 3 表と同じ

3. 大量培養の培養法について

1 及び 2 の試験結果に基いて実際に大量培養を行った結果、糖体培地の場合は 10% の大豆粕煎汁に 0.5% の $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を加え直に三角フラスコ中に入れそのまま分生胞子を接種し 25°C で培養したものは雑菌の混入がなく、殺菌操作を省くため極めてその操作が簡略化され好結果が得られた。固体培地の場合も培養基を煮沸して、取り出す前に $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を加用することにより糖体培地の場合と同様に培養できた。

4. 要 約

Isaria fumosorosea WIZE を利用してモモシンクイガの生物防除を行うことの実用化に関する基礎的な試験を行った。

1. 圃場におけるポット及び網室での接種試験の結果、いずれも高い接種率を示し、処理の効果が認められた。この結果実用化の可能性が充分考えられた。

2. 本菌の生態に関する試験の結果、1) 分生胞子の形成には光線を必要とする。2) 2 時間以上の直射日光は生育及び分生胞子の形成を弱め、4 時間以上では著しく阻害した。3) 生育適温は $20 \sim 35^\circ\text{C}$ の間にあり、 50°C 以下では生育が認められなかった。 65°C 30 分の処理ではその後の生育が完全に停止し、 -25°C ではその後の生育には何等影響がなかった。

3. 本菌の大量培養法に関する試験の結果、1) 本菌の培養基としては菌糸の生育・胞子の形成が良好である事及び価格等の点を併せ考えると、大豆粕が最も適してい

るものと認められた。2)本菌は硫酸銅に対して特異な耐性を示し、大豆粕煎汁に対し $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の10,000ppm加用の培地上でも本菌の生育に影響が認められなかった。 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の0.5%加用の培地を大量培養に応用することによって殺菌操作が不要となり、本菌の大量培養を簡易化することができた。

引用文献

1. 関口昭良. 1955. *Isaria fumosorosea* WIZEによるモモンクイガ防除に関する研究. 東北農業試験場研究報告. 第4号: 152~153

Résumé

Intending *Isaria fumosorosea* WIZE to use practically for a natural enemy to peach fruit moth studies were carried out on the fungus, of which the pathogenecity to that insect had been demonstrated in previous report.

1. Inoculation tests of peach fruit moth with this fungus were conducted in pot and net frame condition. The results showed that the fungus inoculation was effective to reduce the emergence of the adults, even for three years.

2. Some cultural characters of the fungus were studied:

a. Perfect darkness seemed to prevent the conidial formation, and the irradiation of direct rays of the sun for two or four hours seemed to result in bad effect upon the fungus growth.

b. Apparent optimum temperature for the fungus growth was $20 \sim 35^\circ\text{C}$, but the fungus could not be grown below 5°C . The fungus growth was suppressed utterly by the treatment of the fungus with 65°C for 30 minutes, and no influence was observed by the treatment with as low as -23°C for same period.

3. Studies were carried out for the culture-method in large scale of the fungus:

a. Soy bean cake was estimated as the most favorable culture medium for the large scale culture of the fungus, because of good mycelial growth, abundant formation of conidial spores and the cheapness of the material.

b. The fungus seemed to show the tolerance to copper sulphate peculiarly, as the fungus growth were not affected by the addition of as much as 1% $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{aq.}$ to soy bean cake decoction culture medium. The soy bean cake decoction medium with 0.5% $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{aq.}$ seems to be adequate to the culture in large scale, for it need not any disinfection procedure and the method of the fungus culture can be simplified by such procedure.

日本短角種に関する研究

富 永 信・浅 井 豊太郎・高 橋 久 男
高 橋 英 伍・沼 川 武 雄・木 下 善 之
渡 辺 昭 三・針 生 程 吉・村 田 和 子

Studies on the descendants of imported Shorthorn cattle in
the northeastern part of Japan proper

Makoto TOMINAGA, Toyotarō ASAI, Hisao TAKAHASHI, Eigo TAKAHASHI,
Takeo NUMAKAWA, Yoshiyuki KINOSHITA, Shozō WATANABE,
Teikichi HARIU, and Kazuko MURATA

緒 言

岩手・青森・秋田県の一部にショートホーン種の血液を受け継いだ牛が飼養されている。これらの牛については、現在まで少数の調査^{8), 11), 15), 25), 43), 44)}がなされただけで、ながい間放置されたままの状態にあった。筆者等は昭和25年以来、昭和33年まで、前記3県下の飼養実態を調査するとともに、少数ながら試験牛を飼養して、これらの牛の特性について調査研究を行なってきた。調査頭数の充分でない点は遺憾であるが、一応予定の調査を終了したので、その結果を報告する。

1. 日本短角種の沿革³³⁾

現在本種の主な飼育地帯は、岩手県下閉伊郡・九戸郡青森県三戸郡・上北郡・下北郡、秋田県鹿角郡・北秋田郡・山本郡である。かつては北海道にもこの牛が飼育されたが次第に減少して北海道東部に少数を残すに過ぎない状態になっていた。しかし、最近この牛が岩手・青森から函館附近に移入されて、再び増加する傾向を示している。

1. 岩手県

本県にショートホーン種が導入されたのは明治4年に民部省勸農寮から米国産ショートホーン種が貸与され、在来の南部牛（体高雄118～127cm、雌114～118cm）と交配されたのが始めであるといわれる。明治9年には県営牧場が開設されて、種々の輸入外国種による雑種牛の生産が始められた。従って、現在の短角飼育地帯においても、明治の中頃には南部牛の外にショートホーン種系を含めた種々の雑種が生産されていた。明治24年に、岩手

県気仙郡吉浜村の水上市氏によりカナダからショートホーン種雄1頭・雌4頭が輸入され、これらの生産牝の評判がよく、この地帯にもその血液が相当拡がった。一方、雑種牛の中でもホルスタイン種系やエアシャー種系の牛は、放牧による飼養に適さず順次この地帯から姿を消した。本県では明治34年から昭和9年にかけて9頭の種雌牛（中3頭胎内輸入）を、明治34年から大正14年にかけて9頭の種雌牛を輸入し、ショートホーン種及び同系牛の生産に努め、種雄牛9頭の生産牝が雄雌各々500頭に達し、これらによって県内に広くショートホーン種系の牛が生産されるようになった。

終戦後、役肉用牛として黒毛和種が本県内に導入されて、役畜としてのショートホーン種は次第に黒毛和種に代り、現在の飼育地帯においてだけその環境に適する牛として残っている。

2. 青森県

明治5年に、広沢氏により2頭、政府により2頭のショートホーン種が輸入され、その後明治10年から昭和11年の間に11回にわたって同種が輸入された。昭和17年には、これらの血液を受け継いだショートホーン種系牛が8,400頭に達したが、終戦直後激減し、その後徐々に増加しつつある。

3. 秋田県

本県には直接にショートホーン種が輸入されたことはないが、岩手・青森両県から移入された。大正初期以来現在の短角飼育地帯では、この移入牛を基礎として改良増殖につとめ、終戦前後一時乱殺により頭数が減少したが、最近復興につとめている。

4. 北海道

旧幕時代に渡島南部地方にショートホーン種らしいものが輸入された形跡があり、根室県時代にも本種が移入された。明治5年に米国から輸入した本種と但馬牛との雑種が移入され、道でもショートホーン種による牛の改良増殖が計られた。明治40年頃はショートホーン種系牛の最盛期を示していた。明治中期からエアシャー種が入り、乳牛地帯が形成され、大正中期からエアシャー種に代ってホルスタイン種が増加するにつれて、次第にショートホーン種の飼養は少くなり、昭和初期には、それでもなおこの系統の牛が釧路根室地方に飼われていたが、昭和10年以降激減して飼養総頭数100頭以下となった。

しかし、最近2～3年の間に函館方面に飼養頭数が増して、現在は2,000～3,000頭に達しようとしている。

なお、昭和33年現在のショートホーン種系牛の飼養概数は、岩手10,000・青森4,000・秋田3,000・北海道3,000、計20,000となっており、戦前の28,000に比べると減少してはいるが、昭和25年現在の概数11,500に比べると、かなりの増加になっている。

5. 登録事業³⁴⁾

ショートホーン種系牛の飼育地はわが国の産牛地帯から遠く離れ、しかも馬産の盛んな地帯に含まれており、その飼養頭数も少かった関係から一般の関心も極めて薄かった。

ところが戦時中、国内資源の開発が問題となり、この牛も注目されることとなり、昭和17年には当時の帝国畜産会主催のもとに農林省も参加してこの牛の飼養実態が調査された。³¹⁾ その結果、体型から見て役肉用牛として改良することが助言された。これを機会として3県において登録事業が始められたが、終戦後の混乱期に2県ではその事業が自然消滅し、岩手県においてだけ褐毛東北種という名称で登録事業がつづけられた。昭和22年に奥羽種畜牧場でショートホーン種系牛の改良繁殖が始められ^{35), 36), 37), 38)}、昭和25年には農林省主催のもとにショートホーン種系牛に対する協議会が開催され、この時から3県の当事者によって協議会が持たれるようになった。昭和28年の協議会では、東北7県連合畜産共進会にこの牛を出陳するためにその名称を統一することとなり、短角系種と呼ぶこととなった。翌29年の協議会では再度改称されて日本短角種と呼ぶこととなった。また、最初はその体型からして役肉用牛として改良する方針がたてられていたが、協議を重ねる中に肉用を主として改良するように方針が変更された。そして昭和32年には社団法人日本短角種登録協会が設立されるに至った。

2. 日本短角種飼養の実態

戦後の新しい事態に対する日本短角種の今後の方向を見出すために、昭和25年に日本短角種の代表的生産地であり、放牧による飼養地である岩手県下閉伊郡川井村を、同じく舎飼地である青森県三戸郡の旧5カ村を選び、日本短角種の飼養実態を調査した。この結果はすでに発表した²³⁾、昭和30年には秋田県における本種の主要産地である鹿角郡大湯町の飼養実態を追加調査したので、これら3地帯における飼養実態の概要を比較する。

1. 一般環境

岩手県における調査地帯は、閉伊川に沿って狭い耕地が展開している石灰岩地帯である。

青森県における調査地帯は、比較的平坦な火山灰土の丘陵地である。

秋田県の調査地帯は、周辺の分水嶺から各支流を合せて大湯川が縦断していて、その下流の西南部は平坦地となり、その上流に行くに従って平地が狭くなっている。

2. 耕地の状況

耕地の状況は第1表のとおりである。

第1表 調査地の耕地の状況

	1戸当り 耕作面積	作物
岩手県	畑60～70a (水田はほとんどない)	大小麦・大小豆・ヒエが主、他にソバ・アワ・馬鈴薯・ソサイ類
青森県	100～200a (この中畑地の率の方が高い)	米・ヒエ・アワ・小麦・大豆馬鈴薯、他にリンゴ・タバコ
秋田	既存農家 上流:水田60a 畑30a 下流:水田80a 畑80a	米・ヒエ・アワ・小麦・大豆馬鈴薯(近時ヒエは減少、大豆増加の傾向がある)
開拓農家	畑300aが配 当されている が、全面積耕 作に至らない	大豆・陸稲・馬鈴薯・ソバ・ヒエ・青刈エン麦・小麦・菜種、牧草も20～30a作るが生産量は少い。

3. 家畜飼養状況

岩手県の調査地帯における家畜としては牛が最も多く、山羊・めん羊がこれに次ぎ馬は少い。牛の大部分は日本短角種またはその系統で、大部分の農家がこの牛を1～2頭飼育し、中には5～6頭も飼養するものもあり、乳牛も少数ながら飼養されている。

青森県の調査地帯の全体の家畜としては馬が最も多く、主として町から離れた奥地に飼われ、町の附近には乳牛・黒毛和種あるいは朝鮮牛が飼われている。日本短角種または同系牛の飼育地はこの町と奥地との中間地帯

で、この地帯では日本短角種及び同系牛の飼養頭数は犢を含めて1戸当り2頭が普通であり、その他の家畜としては豚・めん羊が若干見られ、馬及び他の牛は例外的にしか見られない。

秋田県の調査地帯はかつての有数な馬産地であり、農家戸数670に対して繁殖雌馬400頭が飼養されていたが、現在は40頭になっている。しかし、使役馬は現在でも460頭程飼われ、開拓地を除いては農家1戸当り1頭の飼養となっている。日本短角種及び同系牛は戦前には370頭飼養されていたが、昭和30年現在は100頭になっている。これは終戦前後の乱殺による減少と昭和26年の流行性脳炎の打撃によるもので、現在は増加の傾向にあるといわれている。

現在、日本短角種及び同系牛の飼養は上流地帯に多く、ここでは1戸平均約1頭の飼養となり、開拓地では約半数の農家がこの牛を飼っているが、平坦地帯では余り飼われていない。牛馬の外にはめん羊が多く、約400頭が飼養され、殊に開拓農家に多く飼われている。

4. 飼養目的

日本短角種及び同系牛は、青森県の調査地帯で運搬その他の軽作業に、秋田県の調査地帯で放牧を行なわない1～2の農家で薪運搬等に使用している程度で、一般には役利用が行なわれていない。

3地帯の牛はともに乳房の発達は良好であるが、乳の利用は全く行なわれていない。

3地帯ともに日本短角種及び同系牛を飼う目的として、この牛の体が大きく肉用牛として価値があるとしている。しかし、肉用を目的とした飼養法は青森県で若干それらしいものが見られた程度であり、一般には体が大きくなる点を利用して、単に犢を生産しているという現状である。しかも、これら犢も以前は米沢牛の素牛として利用されていたが、現在では特定の販売先というものが明らかでなく、ただ北海道函館方面への移出が目立つ程度である。最近に至って秋田・青森の両県では、肉畜としての価値を高めるためにその対策が考えられ、その線に沿った活動の一步が踏み出されている。

青森の舎飼地帯では厩肥の生産が見られるが、その他の地帯では夏期放牧の関係から厩肥の生産は少い。秋田の開拓地においては厩肥の施用が望ましく、耕地の一部を利用して飼料の生産も可能と思われるのに、労力の関係から夏期放牧を行なっているのは、この牛が乳肉兼用の素質を持っている点を考えると、実に惜しい飼いをしているように思われる。

5. 飼料給与

1) 岩手県 本県の調査地帯では5月下旬から11月上旬までは放牧により、その間は監視人が食塩の補給を行う外、個人的に月に2～3回味噌を補給する程度である。この地帯の放牧地は各部落毎に一定し、部落からそれぞれ8～40kmの距離にある。各放牧地には、監視小屋が1棟あるだけでその他の施設はない。放牧地は相当荒廃して草生は良好とはいえないが、沢地等にはかつて牧草が導入された形跡がある。放牧期間中、牛は夏期には幾分やせるが舎飼時よりは常に栄養状態がよく、8月末以降の栄養状態は特に良い。しかし、放牧地にはダニが多く、ピロプラズマ症に感染して斃死する犢が各放牧地に毎年数頭づつある。舎飼期の飼料は乾草と稗類が主で、これに糠類が手もとにある時にはその少量を加味する程度であり、他の地帯の飼料よりかなり劣り、次期の放牧直前の栄養状態は極めて悪くなっている。

2) 青森県 日本短角種または同系牛の飼養農家の半数以上は100～500aの山林と100a程度の採草地を持っており、採草地を持っていないものも林野・畦畔の草を利用するか、他人所有の採草地の草を譲り受けるかあるいは共同採草地を利用している。これから採れる青草（主な草種はカヤ類であり、いわゆる牧草は少い）を夏期の主飼料として、これに青刈作物あるいは糠類の少量を加給している。しかし、分娩前後の2～3カ月間と使役前後の2～3カ月間には大豆・米糠・フスマ・ヒエを単味または混合して1.8～3.6ℓ増飼している。冬期の飼料としては野乾草が主となり、これに稗類を配し、更にこれらにクズまたはハギの乾草を加えている。この量は1日約11kgで、これに大豆・米糠・ヒエ・ヒエ糠を単味または混合して1～2ℓ加えるのが一般である。売却の予定の牛には、売却の2～3カ月前から前記の濃厚飼料を1.8～3.6ℓ増飼して幾分肉をつけている。

3) 秋田県 開拓地では、5月上旬から10月下旬にかけて放牧し、冬の舎飼期には野乾草と稗類とを1日約11kg程度給与する。その他に馬鈴薯を与え、馬鈴薯がなくなると大豆、次に燕麦というように給与する外、フスマを1冬に4～5俵購入して与えている。既存農家でも放牧は同時期に行われる。冬の舎飼期の飼料は野乾草（ススキ・カヤが主である）に、稗類をまぜたものを1日約8kg程度給与し、その他にヒエ・粟・ソバ等を1日約4.8ℓ程度煮沸して与え、更に補助飼料として一冬4～10俵のフスマを購入している。そして産前産後には1ℓ程度大豆を増飼している。放牧地は大湯川の支流を遡った沢地に囲まれた山地で、中腹以上は比較的平坦であり、部落からの距離は4～16kmである。国有林また

はかつての国有林であるので樹林がかなり多く、ネマガリザサや羊歯類が多く草生は余りよくない。しかしこの地方の繁殖馬の頭数が減り、牛の頭数もまだ多くなく、1頭当りの放牧面積が比較的広いので牛の栄養状態は悪くない。またダニの寄生も比較的少なく、ピロプラズマ原虫も血液検査で若干陽性のものがみられるが、症状を示すものはない。

6. 繁殖

岩手県及び秋田県のように夏期放牧を行うところでは、各放牧地に1～4頭の種雄牛を配置して自由交配を行っている。このため明け2才雌牛の受胎することも多いが、繁殖率は80～90%で比較的高い。秋田県での調査によると自由交配の外、昭和29年からは人工授精も併用し始めている。

青森県の調査地帯では雌牛は明け3才の早春に交配し、その後は大体2年に1産を目標にしていた。

7. 体型

現在の日本短角種の体型は3地帯ともに役肉用型が大部分をしめており、乳用型も若干あるが、肉用型は極めて少い。そして3地帯の牛は血液的には互に交流しているが、前述の飼料給与の相違により幾分体型を異にしている。すなわち、当場の飼養牛と比べて岩手県の調査地帯の牛は体巾が不足し、青森県の牛は体高が不足し秋田県の牛は体高においてやや不足しているが他の部位はむしろ大きくなっている。これからみて、青森県の牛はある程度の飼料給与がなされているが、岩手県の牛は冬季の飼料不足の結果体巾の不足を来したのではないと思われる。なお体尺測定値に関しては後に当场飼養牛の飼養成績の項で併記する。

3. 当场飼養牛についての調査試験成績

日本短角種飼養地の現地調査だけでは、明らかにすることのできない事項を調査するために、昭和25年以来本種を飼養して、それらの繁殖・发育・体型・泌乳成績・産肉成績・役用能力・皮膚被毛の特性等について昭和33年度まで調査を行なったので、次に総括して報告する。

1. 繁殖成績

当场における現在までの雌の繁殖成績を示すと次のとおりである。

1) 分娩から初回発情までの日数 短角種24例について当场飼養の他品種と比較すると第2表のとおりで、品種間に統計的差異は認められない。

2) 妊娠期間 日本短角牛の平均妊娠期間は第3表のとおり285.2日で産犢の性による差異は5日で、高

第2表 分娩から初回発情までの日数

品 種	例数	平均日数	標準偏差(日)
日 本 短 角 種	24	68.8	32.8
F ₁ (黒毛和種×ホルスタイン種)	46	57.1	29.8
黒 毛 和 種	34	79.6	40.7
ホ ル ス タ イ ン 種	26	58.4	20.4

い有意差があり、また中国農試調査(1959)²⁸⁾による黒毛和種の妊娠期間285.0日に比較して差はない。

第3表 妊 娠 期 間

品 種	産犢の性	例 数	平均妊娠期間(日)	標準偏差(日)
日本短角種	雌	11	282.0	3.8
	雄	17	287.2	4.0
	計	28	285.2	5.2

3) 分娩間隔 当场日本短角種18例については第4表のとおり423.7日で、ホルスタイン種・F₁よりやや長く、黒毛和種よりやや短かったが、品種間に統計的差異は認められない。

第4表 分 娩 間 隔

品 種	例数	平均日数	標準偏差(日)
日 本 短 角 種	18	423.7	85.3
F ₁ (黒毛和種×ホルスタイン種)	37	394.0	58.5
黒 毛 和 種	23	441.7	101.6
ホ ル ス タ イ ン 種	19	397.0	67.0

4) 生時体重 犢の生時体重は第5表のとおりで、日本短角種はホルスタイン種よりも5.6kg少く、有意差が認められる。黒毛和種との比較は例数が少ないので、中国農試調査(1959)²⁸⁾の雌犢25.7kg、雄犢27.7kgに比較すると明らかに大きいが難産はみられなかった。

第5表 生 時 体 重

品 種	産犢の性	例数	平均生時体重(kg)	標準偏差(kg)
日 本 短 角 種	雌	11	34.1	5.4
	雄	15	38.4	4.2
	計	26	36.4	5.7
F ₁ (黒毛和種× ホルスタイン種)	雌	12	34.4	4.1
	雄	10	36.9	3.9
	計	22	35.5	4.2
ホ ル ス タ イ ン 種	雌	19	41.9	3.8
	雄	7	41.7	5.3
	計	26	41.9	5.7

5) 発情周期及び受胎率 日本短角種の発情周期は第6表のとおりで、例数が少ないが当场における黒毛和種やホルスタイン種に較べやや短かく、受胎率はやや劣るが大差はない。

第 6 表 発 情 周 期 及 び 受 胎 率

項 目	発 情 周 期	1 回 交 配			2 回以後有効交配	
		調 査 例	受 胎 数	受 胎 率	調 査 例	1 回 有 効 交 配 後 日 数
初 産 次	21.0 (17~22) (15例)	12	8	66.6 %	4	64.0(40~106)
二 産 以 降	20.6 (16~30) (45例)	16	10	62.5	6	46.8(19~87)

6) 考察 以上の成績から日本短角種の生時体重は黒毛和種のそれよりも大きく、ホルスタイン種よりもやや小さい。分娩より初回発情までの日数はホルスタイン種より約10日遅く、黒毛和種より10日早いが大差はなく、妊娠期間は黒毛和種とはほぼ同様であり、分娩間隔はホルスタイン種よりやや長く黒毛和種よりやや短い。また分娩に際しては難産は全くなく、繁殖成績は当场飼養のホルスタイン種・黒毛和種に較べやや劣ると思われるが大した差異はない。従って青森県の調査地帯におけるように2年1産を目標としなくても、連産を目標とすることは可能であるといえよう。なお雄牝における單丸内の精子出現状況を組織学的に調査したところ、生後約8カ月で單丸内に精子が出現していて、これは黒毛和種やホルスタイン種について調査した結果と大差はない。

2. 発育

肉牛の条件として、先づ生時体重が大きく、哺育成績は良好で離乳時の体重が大きく、更に年内に充分な大きさに達することが挙げられる。生産地で本種を保有する理由としてもこのことを挙げている。しかし、この点についての信頼性のある調査または実験的研究は少かったので、当场及び奥羽種畜牧場での育成成績を検討した。

1) 育成方法 当场の育成法は原則として人工哺乳により哺乳期間の飼料給与量は第7表のとおりである。

最初の2〜3年間における離乳後の飼料給与は、種畜場あるいは種畜牧場の飼料給与法に準じ、発育の状況に応じて多少の給与の加減を行なって育成した。この時代の日本短角種の育成頭数は少数であり、飼料給与の適否は判定し兼ねたので、当時比較的多数の育成例を持つ黒毛和種とホルスタイン種との一代雜種(以後F₁と略称する)について、既存の飼料養分表³⁰⁾により給与飼料の養分量を計算し、この給与養分量をモリソン³²⁾の生長中の乳牛に対する飼養標準に示された最高の養分量と比較して見た。その結果は、DCPの給与量はモリソンの標準に対して147〜357%, 平均209%, TDN給与量は同じく107〜229%平均144%となっていた。このDCP給与量とTDN給与量と発育との間には、ほとんど関係らしいものは見られなかったが、大体DCP180%, TDN140%給与されたものが平均して順調な発育をしているので、この程度の給与をその後の給与標準とした。

なお、従来の飼料養分の給与量は季節による変動が大きく、冬期に少く夏秋の候に多くなっていたので、この給与標準による外に、給与標準に対して季節により第8表に示す修正率によって給与量を修正した飼料給与も同時に行った。便宜上年間給与標準による飼料給与を標準と称し、季節により修正して給与する給与を修正標準と称する。

第 7 表 哺 乳 牝 に 対 す る 飼 料 給 与 量

		生時〜生後1カ月	生後1カ月〜生後2カ月	生後2カ月〜生後3カ月	生後3カ月〜生後6カ月
生 濃 厚 飼 料 草 乾 草 青	体重の	1/10	6.5kg	6.0kg	6.0~0kg
		0~1握り	1握り~0.5kg	1.0kg	1.0~1.5kg
		0~0.5kg	0.5kg		2.0kg
		0	0	少	量

第 8 表 季 節 による飼料給与修正率 (%)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
DCP	100	100	110	120	130	130	130	140	140	120	110	100
TDN	105	105	110	110	110	110	110	110	130	130	105	100

第 9 表 標準および修正標準による育成成績

				生 時	生後 6 ヲ月	同 8 ヲ月	同 10 ヲ月	同 12 ヲ月	同 14 ヲ月	同 16 ヲ月	同 18 ヲ月	同 24 ヲ月
体 重 (kg)	当 場 育 成	修正標準	当 場 産	36.9	152.3	180.7	211.3	252.0	274.3	300.8	341.8	441.7
			秋 田 産	—	—	210.0	236.0	263.0	296.0	292.0	314.0	407.0
	標 準 飼 養		29.2	115.0	143.5	150.0	182.0	210.0	240.0	266.0	369.0	
	奥 羽 種 畜 牧 場 育 成			35.0	170.0	211.0	252.0	300.0	328.0	350.0	361.0	443.0
体 高 (cm)	当 場 育 成	修正標準	当 場 産	70.7	103.0	108.1	111.4	115.1	118.2	121.6	123.5	128.5
			秋 田 産	—	—	104.0	107.0	107.8	111.0	113.2	114.6	117.0
	標 準 飼 養		65.4	95.5	99.3	103.3	108.5	111.0	115.0	115.8	121.0	
	奥 羽 種 畜 牧 場 育 成			70.0	100.0	105.0	110.0	113.0	116.0	116.0	121.0	125.0
体 長 (cm)	当 場 育 成	修正標準	当 場 産	63.1	102.1	108.3	113.5	118.7	125.2	130.0	133.7	143.2
			秋 田 産	—	—	117.2	122.0	124.0	126.8	126.0	131.1	137.2
	標 準 飼 養		58.5	98.7	103.5	105.5	109.4	119.3	122.0	124.8	133.0	
	奥 羽 種 畜 牧 場 育 成			64.0	108.0	115.0	120.0	126.0	131.0	134.0	136.0	144.0
胸 囲 (cm)	当 場 育 成	修正標準	当 場 産	73.7	121.3	127.3	138.2	147.0	153.3	158.7	167.0	180.3
			秋 田 産	—	—	132.0	138.0	144.0	150.0	152.0	154.0	176.0
	標 準 飼 養		68.0	111.0	123.0	125.0	136.0	145.0	148.0	157.0	175.0	
	奥 羽 種 畜 牧 場 育 成			70.0	127.0	134.0	139.0	145.0	158.0	163.0	166.0	176.0
胸 深 (cm)	当 場 育 成	修正標準	当 場 産	27.7	46.7	49.3	52.9	54.4	57.3	59.0	61.8	64.8
			秋 田 産	—	—	50.5	52.5	55.5	57.0	57.5	59.0	62.0
	標 準 飼 養		24.0	42.5	46.5	49.0	51.0	52.5	54.2	55.5	63.5	
	奥 羽 種 畜 牧 場 育 成			25.0	47.0	50.0	53.0	56.0	59.0	60.0	61.0	64.0
腰 巾 (cm)	当 場 育 成	修正標準	当 場 産	16.8	31.7	34.2	35.1	38.7	41.4	43.0	45.5	50.5
			秋 田 産	—	—	35.5	38.0	40.0	42.0	43.0	44.0	49.0
	標 準 飼 養		16.5	28.0	31.0	32.5	35.5	37.0	38.5	41.0	47.0	
	奥 羽 種 畜 牧 場 育 成			16.0	32.0	35.0	38.0	41.0	43.0	44.0	46.0	50.0
管 囲 (cm)	当 場 育 成	修正標準	当 場 産	10.4	13.7	14.0	14.8	15.2	15.7	16.3	16.8	17.4
			秋 田 産	—	—	14.6	15.0	15.5	15.8	15.5	16.3	17.0
	標 準 飼 養		9.5	12.0	12.5	12.9	13.9	14.3	14.6	14.8	16.2	
	奥 羽 種 畜 牧 場 育 成			10.2	14.1	14.7	15.2	16.0	16.3	16.6	17.1	17.4

DCP ()内は範囲

TDN ()内は範囲

体 重	1 kg	増 加	修 正 標 準	当 場 産
寸 法	に 要	し た		秋 田 産
養 分	量	(kg)	標 準 飼 養	

1,650(1,481~1,884)

10.42(9.32~11.92)

2,163

13.55

1,460

9.43

これら標準及び修正標準によって3カ年間育成を行った後、奥羽種畜牧場における放牧期以外の給与飼料²⁴⁾とその発育成績とを見ると、当場の標準に比べてDCPの給与量約70%、TDNの給与量約90%で満足する発育を示しているので、DCPの給与量を幾分減少し、モリソンの肉牛育成標準に比べてDCPを130%、TDNを110%となるような飼料給与を昭和32年から行うこととし、これを便宜上改正標準と称した。

2) 発育成績

a. 標準及び修正標準による育成成績 標準により育成した犏は当場産のもの1頭で、修正標準により育成したものは当場産のもの3頭と、秋田県産で離乳時まで産地で育成されたもの1頭である。頭数が極めて少いので、この成績からは結論は見出されないが、これらの体尺測定値を示すと第9表のとおりである。なお、第9表には比較のために奥羽種畜牧場の発育成績も併記した。

当場産のものは生時においては奥羽種畜牧場産のものと大差はないが、離乳時前後においては体高を除く外は

すべて発育がおくれている。しかし、修正標準によるものは生後24カ月には、奥羽種畜牧場の育成牛と大差がなくなっている。標準により育成された犏は母牛が初産の時の仔でもあり、生時体重も小さく、修正標準によって育成されたものと同条件において育成された哺乳期間の発育も劣っていたので、この発育のおくれは飼料給与の差によるものとは断言出来ない。秋田県産のものは離乳時までの発育はよいが、その後の発育はおくれ、生後24カ月では当場産のものの体重の90%の体重になっている。この秋田県産のものの発育のおくれた一つの原因としては、生後14カ月(7月)から生後16カ月(9月)にかけて、健康を損じたことが考えられる。

b. 改正標準による発育 改正標準によって育成した犏は、当場産牛の産犏3頭と秋田県産牛の産犏1頭で当場産牛の産犏の1頭は、哺乳期間中自然哺乳で育成されたものである。この場合も例数は少いが、その成績を示すと第10表のとおりである。

この成績は従来の成績に比べて若干劣っているが、自

第10表 改正標準による育成成績

			生 時	生後 6 カ 月	同 8 カ 月	同 10 カ 月	同 12 カ 月	同 14 カ 月	同 16 カ 月	同 18 カ 月
体 重	当場産牛産犢	人工哺乳 自然哺乳	38.1 38.8	136.0 210.0	157.5 227.0	170.5 252.0	195.0 283.0	201.0 325.0	240.5 374.0	275.5 404.0
	(kg)	秋田県産牛産犢	30.7	110.0	150.0	172.0	187.0	212.0	251.0	295.0
体 高	当場産牛産犢	人工哺乳 自然哺乳	71.7 74.8	92.3 108.0	100.5 112.0	105.2 114.0	107.5 118.0	111.1 121.0	114.3 124.8	116.9 125.5
	(cm)	秋田県産牛産犢	66.0	91.6	96.0	101.4	105.2	105.2	110.0	114.0
体 長	当場産牛産犢	人工哺乳 自然哺乳	62.7 62.8	97.5 111.8	103.5 119.0	110.3 124.5	111.9 127.0	115.1 131.0	119.5 141.0	124.5 144.5
	(cm)	秋田県産牛産犢	61.0	95.0	100.8	109.4	109.6	114.8	122.0	122.8
胸 囲	当場産牛産犢	人工哺乳 自然哺乳	80.5 80.0	121.0 137.0	125.0 145.0	132.5 148.0	138.0 153.0	141.0 160.0	145.0 166.0	151.5 178.0
	(cm)	秋田県産牛産犢	74.0	116.0	122.0	132.0	133.0	136.0	148.0	160.0
胸 深	当場産牛産犢	人工哺乳 自然哺乳	27.7 28.3	44.5 50.0	48.3 52.0	50.1 54.4	50.8 55.5	52.3 58.0	54.8 61.5	56.5 63.5
	(cm)	秋田県産牛産犢	26.0	41.0	44.5	47.0	49.5	50.5	54.0	56.2
腰 角 巾	当場産牛産犢	人工哺乳 自然哺乳	17.1 18.0	30.3 35.0	32.8 38.0	34.0 40.0	35.5 42.0	36.5 45.0	38.9 48.0	41.0 49.5
	(cm)	秋田県産牛産犢	16.5	30.0	32.5	35.0	36.5	38.0	40.0	42.5
管 囲	当場産牛産犢	人工哺乳 自然哺乳	10.9 11.0	13.3 15.3	13.9 16.1	14.1 16.2	14.3 16.5	14.8 16.9	15.3 17.1	15.8 17.2
	(cm)	秋田県産牛産犢	10.4	12.9	13.2	13.9	14.4	14.6	15.0	15.3

然哺乳をしたものの発育は極めて良好で、従来の発育成績をはるかに越している。秋田県産牛の産犢は、測定値そのものも各部位の比率も、ともに当場産牛の産犢と大差のない成績を示した。

c. 生時体重・哺乳期間中の発育⁴¹⁾及び成熟率
当場における生時体重は例数が少ないので、単に平均値を繁殖の項で示したが、奥羽種畜牧場における生時体重を示すと第11表のとおりとなり、当場における成績と大差がないようである。

第11表 奥羽種畜牧場における生時体重 (kg)

産次	1	2	3	4	5	平均	範囲
雌 (31頭)	33.9	34.8	37.8	38.3	43.0	36.3	26~43
雄 (29頭)	35.0	37.9	36.7	35.6	37.0	36.5	32~41

哺乳期間中の発育を熊崎等^{26), 27)}の黒毛和種についての成績と比較するために、奥羽種畜牧場における記録によって生後6ヵ月までの体重の発育を計算した結果は第12表のとおりである。

第12表 生後6ヵ月までの体重 (kg)

月令	雌 (26頭)			雄 (25頭)		
	M	σ	M \pm σ	M	σ	M \pm σ
0	36.7	4.9	31.8~41.0	36.2	3.5	32.8~19.7
1	74.9	8.3	66.6~83.2	76.4	7.3	69.1~83.7
2	99.6	10.4	89.2~110.0	103.4	9.8	93.6~113.2
3	124.0	11.4	112.6~135.4	124.6	11.8	112.8~136.2
4	144.0	14.2	130.5~158.9	152.6	17.5	135.1~170.1
5	167.3	16.4	150.9~183.7	180.0	22.8	157.2~202.8
6	185.2	19.6	165.6~204.8	201.0	23.3	177.7~224.3

日本短角種の生時体重は熊崎等による黒毛和種の生時体重よりも大きく、雌は黒毛和種の131%、雄は同じく116%となっている。また6ヵ月間の体重も日本短角種の正常発育の下限が黒毛和種の正常発育の上限よりも大きくなっていて、6ヵ月の体重は雌が黒毛和種の129%、雄が同じく125%となっている。同様に奥羽種畜牧場の記録によって、雌について各月令における体各部位の成熟率を求めたところ、成熟率が90%に達するまでの月令は各部位ともに黒毛和種よりおくれっていた。

3) 考察

a. 哺乳の影響 人工哺乳によった場合の発育は、その哺乳量の多少によって左右されるのももちろんであるが、当場で実施した程度の哺乳量では、離乳前後までは自然哺乳によった場合に及ばない。しかし、離乳後の育成如何によっては、生後24ヵ月までに一般の自然哺乳

によったものの発育程度までは追いつく可能性がある。

b. 黒毛和種との比較 実態調査によって得られた日本短角種の発育は、さきに川俣²⁾等によって羽部¹³⁾による黒毛和種の発育と比較され、本種は生後6ヵ月位までは黒毛和種の平均より若干よい発育を示していたが、それ以後は大体黒毛和種の正常発育の範囲内に入っていた。しかし、奥羽種畜牧場における日本短角種の発育成績と、熊崎等による中国農業試験場畜産部育成の黒毛和種の発育成績を比較すると、明らかに日本短角種の方が生時体重も大きく、その後の発育量も大きい。当場で人工哺乳によって育成した場合には、哺乳期間中の日本短角種の発育は黒毛和種の発育と大差はないが、離乳後の発育は日本短角種の方が大きくなっている。

本種は早熟早肥の特性を備えているといわれるが、成熟率から見れば必ずしも黒毛和種よりも早熟であるとはいえない。しかし本種は体格が大で、母牛の泌乳量も豊富であり、従って哺乳期間中の生長量が大であり、また離乳後も生長量が大で、月令の割には体格の大きい犢が出来上る。このことが、肉牛市場として後進性を持つこの地帯の市場で有利にはたっているものと考えられる。

c. 飼料の利用性 日本短角種の育成には如何なる飼料の給与法が適当であるかを知らうとして、2~3の飼料給与基準を設定して調査したが、予期した結果は求められなかった。牛の発育曲線を見ると大体生後6ヵ月から生後18ヵ月に至る間は、体重の増加は直線的であると見られるので、この間における2ヵ月間毎の養分給与量をモリソンの飼養標準(生長中の乳牛に対する)のそれと比較して、その比率と発育量との間の相関を過去の全育成牛について調査したところ、DCPの量と体重増加の間には-0.022、TDNの量と体重増加の間には-0.006という数字が計算されて、当場における飼料給与の範囲内では、DCPやTDNの給与を増しても発育量を増し得ぬことを示している。

しかし肥育をすれば、明らかな肥育効果を示すところから、給与飼料の質が増体に関与することが想像されるので、給与養分量と乾物量との割合と増体量との関係を生後6ヵ月から生後18ヵ月までのものについて調査した。

乾物量と養分量の割合を示す指数としては次の数字を用いた。

DCPに対する乾物量の割合(X)

$$= \left(\frac{\text{給与乾物量}}{\text{給与DCP量}} \right) / \left(\frac{\text{モリソン標準乾物量(max)}}{\text{モリソン標準DCP量(max)}} \right) \times 100$$

TDNに対する乾物量の割合(Y)

第 15 表 日本短角種測定部位の体高比 (%)

日本短角種 審査標準 (昭34.5)	本 種	当 場 け い 養 牛 () 内は範囲	奥羽種畜牧場けい養牛					当 場 調 査 牛 ^{2,3)}		帝国畜産調査牛	
			購入育成牛 (55ヵ月)	場産育成牛 (48ヵ月)	岩 手 県 (登録牛)	青森県	秋田県			代表牛	優 秀 牛
体 長	120	117.7(115.5~123.5)	118.7	118.0	119.0(118.7)	119.4	121.3	118.7	116.5		
胸 囲	147	142.8(137.3~151.4)	144.5	151.1	138.0(138.7)	142.6	145.7	144.9	140.4		
胸 深	55	54.1(50.6~ 55.9)	53.1	55.6	53.0(53.6)	55.1	55.1	53.2	52.0		
胸 巾	38	32.1(29.5~ 35.6)	32.8	34.6	30.0(30.3)	34.4	35.1	40.2	37.2		
腰 角	41	43.4(42.3~ 44.7)	42.2	43.6	40.0(40.3)	41.4	41.6	42.4	40.6		
臄 巾	38	38.5(37.6~ 39.3)	37.5	39.1	37.0(36.7)	37.5	38.6	37.4	36.6		
坐 骨	26	26.2(25.7~ 27.2)	25.8	27.8	24.0(23.9)	25.7	25.7	25.6	24.6		
坐 間	41	40.5(39.1~ 41.9)	39.8	42.1	41.0(40.5)	41.6	40.6	40.5	39.6		
腰 管	14	13.6(13.0~ 14.1)	13.7	13.8	13.0(13.7)	13.8	14.2	13.2	13.0		

年に購入した牛の測定値は、當場飼養牛のそれよりも各部位とも幾分小さくなっているが、その購入牛の生産した牛の測定値は當場のものより測定時の月令が12ヵ月若いにもかかわらず、各部位ともに若干大きい値を示し、特に胸囲と坐骨巾とはそれらの平均値が當場飼養牛中の最大のものよりも大きくなっている。これは奥羽種畜牧場における飼養の改善効果が現われたものと考えられる。昭和17年の帝国畜産会の調査の時に代表牛として調査の対象になった牛の測定値は、當場飼養牛と奥羽種畜牧場が購入した牛とのほぼ中間の値を示し、この代表牛の中から当時の調査員達が優秀牛として選出した牛は、代表牛より幾分小格となっている。これは第15表に示す体高比にみられるように、優秀牛の体型は黒毛和種の体型に近くなっていて、当時の調査員が役肉用牛としての体型の整ったものを優秀牛として選定した結果であろうと思われる。また岩手県における調査牛の平均測定値と、岩手県における登録補助牛の平均測定値と比較して、登録補助牛の値が小さくなっているのは、調査牛は生後60ヵ月以上のものであるのに対して、登録補助牛は年令を考慮せずに測定したので若齢のものも混在している結果と考えられる。なお帝国畜産会の調査結果と他の測定結果と著しい差のあるのは胸巾の測定値であり、胸巾が測定者の相異により著しく測定値に差を生ずることを示している。成雌牛の体重は、奥羽種畜牧場飼養のものについて妊娠の影響をうけていないもので、17頭(62ヵ月)の平均が560kgであった。當場飼養牛は8頭平均で508kgであり、全牛搾乳を行っていたのでみかけの栄養状態はやややせ気味のものであった。

3) 考察 環境要素特に飼料の条件が体型および体の構成要素におよぼす影響についての実証的研究が報告^{39) 40)}され、飼料の与え方によって骨格や筋肉また脂肪等の発育あるいは相対的關係が大きく変ることが明らかにされている。一方体の各部位についてのヘリタビリティが研究され、体の各部位によって相異のあることが

知られてきた^{5), 53)}。

本種の体型では各部位における測定誤差を考慮に入れねばならないが、奥羽種畜牧場における日本短角種の体型が購入牛と育成牛とによって幾分相異して、育成牛の各部体高比が大きいこと、飼料環境の異なる岩手・青森・秋田の牛の体各部の体高比が、大体秋田>青森>岩手の順となっていることから、本種の体型もまた育成環境によって変化することがうかがわれる。

なお本種の体格審査標準のうち、各測定部位の体高比や成牛の体高や体重の標準については、登録牛の実績を考慮しながら毎年協議会で検討され、逐次完成に向かって進んでいる。昭和34年5月の協議会で体格審査標準では雌は体高127cm・体重500kg、雄は体高140cm・体重700kgとされている。

4. 泌乳成績¹⁾

日本短角種の中には乳器の発育が極めてよいものが多いが、一般に全く搾乳されていない。しかし當場において乳牛に準じた飼養をした場合には、すべてホルスタイン種同様搾乳が容易であった。

1) 材料および方法

a. 泌乳量 當場飼養の本種の雌牛全部を搾乳した。搾乳牛はスタンションあるいは独房に収容し、1日の搾乳回数は乳量10kg以上3回、10~5kgは2回、それ以下は1回にした。

b. 飼料の利用性 第3産次以後の泌乳成績を調査したものについて、ケルネルの飼養標準によって飼料給与した区と、ケルネルの飼養標準によるよりも幾分多給してケルネルの標準と従来の給与との中間程度の給与による区とに分け、これらの牛を2分し、第1群は第1年目はケルネルの標準により、他の群はケルネルの標準よりも幾分多給する標準により飼料を給与し、第2年目は各群に対する飼料給与法を交換して飼料給与し、飼料給与法による泌乳成績がどう変るかを調査した。

c. 乳質 分娩後7日間は毎日、その後は月二回試

料を採り、混合乳とし、常法により全固形分・全蛋白・カゼイン・アルブミン・グロブリン・脂肪・乳糖・灰分の各成分を分析し、比重・酸度・脂肪球数及び脂肪球の大きさを調査した。脂肪球の大きさは顕微鏡写真によって測定し、脂肪球数はトーマの血球計算盤によって算定した。また同じ要領でホルスタイン種・黒毛和種について調査を行ったので、これらの結果と比較した。

d. 「乳母」としての利用 初産の短角種の分娩直後から自分の子の外に「里子」1頭を哺育させた。「里子」は生後3日で母牛からはなして「乳母」につけた。最初は自分の子以外に哺乳させることを嫌うので、自分の子と「里子」を一晚隔離し翌日「乳母」につけると容易に授乳した。分娩直後でないものには1日間「乳母」牛をつないでおき、「里子」をなれさせると翌日から授乳するようになった。

2) 成績

a. 泌乳量 泌乳成績は第16表のとおりである。この成績から見ると第3産次以後の泌乳成績が極めてよくなっている。これは初産次および第2産次の泌乳成績の悪いものが、まだ第3産次の泌乳をしていないことも関係しているが、第3産次以後の泌乳成績を調査した牛についての泌乳成績をみても、泌乳期が初産次平均300.0日、第2産次平均303.6日、第3産次平均297.7日で、泌乳量が初産次平均2,236.85kg、第2産次平均2,613.62kg、第3産次平均3,326.28kgとなって、産次の進むにつれて急速に泌乳量が増している。なお比較的肉用型に近い体型を示した秋田県産の牛の泌乳成績は第2産次までの成績しか得てないが、1日平均乳量初産次5.12kg、第2産

次5.32kg、1日最高乳量初産次9.7kg、第2産次10.4kgと低く、しかも泌乳期間が初産次142日、第2産次181日と明らかに短くなって、総泌乳量は初産次727.5kg、第2産次962.7kgと平均泌乳量の半量にも達しなかった。

b. 飼料の利用性 成績は第17表のとおりである。

この成績は當場における乳量3600ℓ程度のホルスタイン種とくらべて、飼料養分の利用性において決して劣るものではなく、産乳上からはケルネルの標準によっても充分な泌乳を挙げ得ることを示している。しかし体重の変化をみると、ケルネルの標準で飼料を給与されたものは体の消耗がかなり著しいものがあった。従って、泌乳牛に対してはケルネルの標準よりも幾分カロリーを増すことが望ましい。

c. 乳質 牛乳成分は第18表のように、分娩後の変化は各品種とも類似していた。

全固形分についてみると、日本短角種は黒毛和種よりは少いがホルスタイン種より多い、全蛋白は黒毛和種より少く、初乳期にはホルスタイン種より多いが、常乳期では大体同じであった。乳糖・灰分については品種による差がみとめられなかった。脂肪率は品種による差が大で、本種は黒毛和種よりは少いが、明らかにホルスタイン種よりは多い。乳期の進むにつれての各成分の変化は、各品種とも従来発表されている成績と一致している。

比重および酸度を検した成績は第19表のとおりで、比重は初乳期間には1.033以上を示すがその後は減少し、常乳では1.031~1.032で、黒毛和種よりは低いがホルスタイン種よりも高い値を示した。比重は脂肪と脂肪以外の固形分含量によって変動するが、いずれにおいてもホル

第 16 表 泌 乳 成 績

	調査 例数	泌乳期間(範囲) 日	泌 乳 量(範囲) kg	乳 脂 量(範囲) kg	1 日 平 均 泌乳量 (範囲) kg	1 日 最 高 泌乳量 (範囲) kg
初 産 次	8	264.4(142~326)	1,820.14 ^(727.5~ 3,118.8)	68.35 ^(30.90~ 104.57)	6.73 ^(5.12~ 10.36)	12.21 ^(9.3~ 16.1)
第 2 産 次	7	280.4(181~355)	2,230.69 ^(962.9~ 3,270.1)	81.33 ^(41.73~ 121.64)	8.36 ^(5.32~ 10.11)	14.19 ^(10.4~ 17.4)
第 3 産次以後	10	297.7(268~340)	3,326.28 ^(2,589.3~ 4,374.0)	126.56 ^(102.02~ 181.57)	11.16 ^(9.06~ 12.86)	19.11 ^(14.7~ 22.8)

第 17 表 泌 乳 検 定 試 験

	1 カ 年 間	1 カ 年 間 給 与 養 分 量(kg)			F.C.M kg 当り給与養分量(kg)		
	F.C.M量(kg)	D.M	D.P.P	S.V	D.M	D.P.P	S.V
ケルネル区	2,571.21	4,017.47	308.05	2,041.86	1.56	0.120	0.80
多 給 区	2,999.48	4,880.09	373.39	2,518.72	1.63	0.125	0.84

第 18 表 牛 乳 成 分 (%)

全固形分	日 ホ 黒	本 ル 毛	短 タ イ	角 ン 和	種 種 種	初乳							常乳				乳				
						1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	1ヵ月	2ヵ月	3ヵ月	4ヵ月	5ヵ月	6ヵ月	7ヵ月	8ヵ月	9ヵ月
						18.91	13.13	13.93	14.11	13.57	13.40	13.60	12.77	12.30	12.34	12.29	12.47	12.30	12.21	12.86	12.69
						15.00	14.54	14.89	15.18	15.21	15.33	15.51	14.84	14.57	15.16	15.91		11.60	11.46	11.36	12.93
全蛋白	日 ホ 黒	本 ル 毛	短 タ イ	角 ン 和	種 種 種	9.63	4.79	4.39	4.28	4.19	3.87	3.67	3.07	2.95	2.98	3.03	3.19	3.23	3.15	3.34	3.44
						8.69	4.56	3.97	3.94	3.62	3.54	3.33	3.32	3.07	2.99	3.16	2.83	3.25	3.00	3.42	3.16
						6.28	5.18	4.62	4.58	4.55	4.71	4.57	3.99	3.83	3.76	3.95					
カゼイン	日 ホ 黒	本 ル 毛	短 タ イ	角 ン 和	種 種 種	6.03	3.21	3.20	3.14	2.74	2.66	2.68	2.24	2.18	2.22	2.15	2.24	2.25	2.20	2.34	2.40
						5.31	3.15	2.74	2.78	2.69	2.63	2.50	2.53	1.88	1.91	2.08	1.92	1.93	2.20	2.24	2.23
						3.92	3.44	3.33	3.40	3.28	3.25	3.40	2.93	2.63	2.62	2.66					
グル ブリン	日 ホ 黒	本 ル 毛	短 タ イ	角 ン 和	種 種 種	3.60	1.58	1.19	1.14	1.45	1.21	0.99	0.83	0.77	0.76	0.88	0.95	0.98	0.95	1.00	1.04
						3.38	1.41	1.23	1.16	0.93	0.91	0.83	0.79	1.19	1.08	1.08	0.91	1.32	0.80	1.18	0.93
						2.36	1.74	1.29	1.18	1.27	1.46	1.17	1.06	1.20	1.14	1.29					
脂肪	日 ホ 黒	本 ル 毛	短 タ イ	角 ン 和	種 種 種	4.49	3.13	4.00	4.30	4.26	3.94	4.14	3.84	3.63	3.84	3.71	3.72	3.55	3.64	3.86	3.82
						4.55	3.35	3.53	3.85	4.08	3.88	3.65	3.55	2.80	2.65	2.90	3.15	2.90	2.85	3.60	2.85
						3.70	4.55	4.27	4.83	5.38	4.98	5.15	5.10	4.97	5.98	6.02					
乳糖	日 ホ 黒	本 ル 毛	短 タ イ	角 ン 和	種 種 種	3.87	4.35	4.68	4.72	4.32	4.82	5.01	5.18	5.05	4.83	4.85	4.83	4.81	4.65	4.93	4.68
						3.04	3.69	4.03	4.68	4.54	4.33	5.63	4.70	4.64	5.64	4.91	4.91	4.59	4.74	5.17	5.08
						4.18	3.94	5.16	4.95	4.44	4.75	4.91	4.96	5.01	4.65	5.19					
灰分	日 ホ 黒	本 ル 毛	短 タ イ	角 ン 和	種 種 種	0.92	0.86	0.86	0.81	0.80	0.77	0.78	0.69	0.67	0.69	0.73	0.73	0.71	0.77	0.73	0.75
						1.13	0.70	0.89	0.87	0.87	0.82	0.83	0.76	0.83	0.72	0.73	0.71	0.72	0.77	0.74	0.72
						0.84	0.87	0.84	0.82	0.84	0.89	0.88	0.79	0.76	0.77	0.75					

第 19 表 比 重 お よ び 酸 度

乳 期	項 目	品 種	比 重			酸 度 (%)		
			比 重			酸 度 (%)		
			日本短角種	ホルスタイン種	黒毛和種	日本短角種	ホルスタイン種	黒毛和種
初 乳	1	日	1.0488	1.0413	1.0431	0.293	0.309	0.255
	2	日	1.0353	1.0324	1.0374	0.243	0.238	0.231
	3	日	1.0342	1.0329	1.0373	0.236	0.243	0.239
	4	日	1.0343	1.0325	1.0366	0.221	0.223	0.217
	5	日	1.0342	1.0329	1.0363	0.207	0.209	0.225
	6	日	1.0339	1.0327	1.0366	0.203	0.199	0.227
常 乳	1	カ	1.0320	1.0313	1.0348	0.166	0.172	0.201
	2	カ	1.0317	1.0304	1.0341	0.162	0.161	0.175
	3	カ	1.0318	1.0302	1.0330	0.162	0.153	0.168
	4	カ	1.0314	1.0302	1.0323	0.155	0.145	0.160
	5	カ	1.0316	1.0302	—	0.154	0.147	—
	6	カ	1.0312	1.0297	—	0.153	0.146	—
	7	カ	1.0313	1.0300	—	0.149	0.140	—
	8	カ	1.0312	1.0299	—	0.146	0.135	—
	9	カ	1.0317	1.0308	—	0.139	0.139	—

スタイン種を上廻っているのは脂肪以外の固形分の量に影響されるものと思われる。

酸度は初乳期間は 0.2% 以上であるが、その後は漸減して 0.15~0.16% となり、品種間に差がないようである。

常乳 1 cc 中の脂肪球数は、第 20 表のとおりで、その平均値は日本短角種 32.28 億・黒毛和種 26.71 億・ホルスタ

イン種 29.93 億で、いずれも乳期の進むにつれて増加する傾向を示している。この傾向は従来発表された成績と一致している。

脂肪球の大きさは平均値で日本短角種 3.15 μ で、ホルスタイン種 3.06 μ ・黒毛和種 3.47 μ で、本種はホルスタイン種と大差なく、黒毛和種がやや大きいようである。脂肪球には直径 1 μ 以下のものから 10 μ に達するものがあ

第20表 脂 肪 球 数 (1cc中, 単位: 億)

	1カ月	2カ月	3カ月	4カ月	5カ月	6カ月	7カ月	8カ月	9カ月
日本短角種	16.20	25.10	26.10	33.20	31.10	36.20	34.90	40.50	55.50
ホルスタイン種	18.38	24.40	28.16	29.20	28.08	30.86	27.91	28.13	30.32
黒毛和種	21.36	23.89	27.57	34.04	—	—	—	—	—

第21表 脂肪球の大きさの分布(%)

	0~1μ	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11	11~12
日本短角種	2.86	19.04	26.96	28.84	14.07	5.74	1.97	0.39	0.06	0.02	0.01	0.02
ホルスタイン種	2.95	19.06	29.43	28.42	13.21	4.85	1.68	0.34	0.06	—	—	—
黒毛和種	2.29	14.20	21.59	28.00	18.64	9.27	4.72	1.12	0.14	0.03	—	—

第22表 2頭哺育した犢の發育(kg)

週	令	生時	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
短角♀	体重	29.0	38.4	49.1	58.0	68.3	78.1	86.0	95.3	104.1	111.8	128.0
34.1.15生	哺乳量		6.1	7.4	5.8	7.2	6.3	5.7	5.3	6.9	4.1	3.5
ホル系♀	体重	39.4	47.7	57.3	67.4	78.2	86.6	93.7	98.6	107.1	111.8	131.0
34.1.14生	哺乳量		6.7	6.7	7.3	6.5	5.9	5.3	5.1	5.6	3.6	4.0

って、その分布を示すと第21表のようで日本短角種の脂肪球はホルスタイン種よりいくらか大きいものが多いが、その分布はよく似ている。また脂肪球の大きさは乳期の進むにつれて小さくなるといわれているが、今までの調査では不明である。

d. 乳母として2頭哺育した犢の發育成績 成績は第22表のとおりである。

哺乳量は哺乳前後の犢の体重差によった。体重増加の状態は人工哺乳に比べて恒常的であり、犢は2頭とも大体標準なみの發育を示した。

3) 考察 当場における飼養牛の泌乳成績は充分乳用として利用出来る乳量を示し、飼料の利用性も大体ホルスタイン種なみの成績を示した。

發育の項で記述したように、哺乳犢の發育のよいのはこのように母牛の泌乳能力が高く、1頭の犢を哺乳するにありあまる泌乳量によると思われる。現在東北地方に飼育されているものはその泌乳能力が相当変異が大きいと考えられ、秋田県産の試験牛のように泌乳量の低いものから、充分乳用として利用出来る能力をもつものまでの巾が想像される。乳肉兼用型の血液の濃いものと肉用型の血液の濃いものとの分布の状態は明らかでないが、肉用型に近い体型を示した秋田県産牛のように、極端な場合には本種でも体型によって泌乳能力推定の可能性を示すものといえよう。

本種の乳成分中、全固形分・脂肪はホルスタイン種より幾分多く、乳の比重も重い。

このように日本短角種の中には乳用として充分利用出来る能力を示すものがあり、また本種の乳質もホルスタイン種よりすぐれ、搾乳が容易であるので、現在のように乳の利用が全くかえりみられないことは不経済極まることと考えられる。これは現在の飼養形態が多く放牧にたよっており、このために乳の利用が困難であると考えられるが、乳母として2頭の犢を哺育した成績が示すように、放牧地においても1頭の母牛に2頭の犢を哺育させる利用の方法も考えられてよいのではないか。

現在の登録審査標準では乳用能力について全く考慮されていないが、Yao et al.⁵⁴⁾によれば、泌乳性についての兼用ショートホーン種のヘリタビリティは一般の乳用種よりも高いので、泌乳能力について選抜⁴²⁾を行う場合は、その効果は一般乳用種よりも大と考えられる。

現在の飼育地帯の環境では肉用に重点が置かれるのも当然であろうが、この泌乳性を活用することも考えられてよいのではなかろうか。少くとも舎飼地帯や開拓地では一考に値する問題であろう。

5. 肉用価値^{45), 48)}

日本短角種の肉用価値については、これまで実験的な研究がなされておらず、肉質についても単に市場評価があるだけで客観的調査はなかった。この肉用価値の概

第23表 試験開始時における体尺測定値

試験牛 No.	体重	体高	体長	胸囲	胸深	胸巾	尻長	腰角巾	臍巾	坐骨巾	管囲
	kg	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1	321.0	123.4	133.4	158.0	61.0	31.5	46.5	41.5	44.5	26.5	17.3
2	314.0	124.6	129.7	159.0	58.5	35.0	44.0	39.5	42.5	25.0	17.0
平均	317.5	124.0	132.1	158.5	59.8	33.3	45.3	40.5	43.5	25.8	17.2

第24表 肥育飼料給与基準(体重1,000kgにつき1日量, kg)

		濃 厚 飼 料							粗 飼 料		
		燕 麦	麴	米 糠	大豆粕	玉蜀黍	塩	コロイル	乾 草	カブ又は青	馬 鈴 薯
予備期 第1期 第2期 第3期	1	3.0	3.0	3.0	1.0	3.5	0.13	0.13	—	60.0	—
	2	3.5	3.5	3.5	2.0	4.0	0.16	0.16	—	60.0	15.0
	3	5.0	2.0	2.0	2.0	5.0	0.16	0.16	10.0	40.0	20.0
	4	6.0	2.0	2.0	1.5	6.0	0.17	0.17	10.0	30.0	25.0

第25表 試験終了時の体尺測定値

(試験開始時の測定値に対する百分率)

試験牛 No.	体重	体高	体長	胸囲	胸深	胸巾	尻長	腰角巾	臍巾	坐骨巾	管囲
1	166	108	112	122	114	143	111	120	110	123	114
2	156	104	110	115	115	131	109	111	107	100	108
平均	161.0	106.0	111.0	118.5	114.5	137.0	110.0	115.5	108.5	111.5	111.0

略を知るために本調査を行った。

1) 材料及び方法^{18), 19), 20), 31)} 生後6カ月で去勢した第23表に示す雄犢2頭を、冬期間130日間(第1期45日, 第2期45日, 第3期40日)肥育し、第1期・第2期には7日毎に、第3期には8日毎に体重測定を行い、体重に応じて第24表に示した飼料給与基準によって飼料を与えた。濃厚飼料は給与の数時間前に熱湯浸漬し、馬鈴薯は煮て濃厚飼料にまぜて与えた。残食は飼料給与後2時間を経て調査した。第1期・第2期は好天の日には午前中運動場で自由運動させ、第3期には牛房を暗くし、2〜3日毎に半日運動をさせ、屠殺解体は肥育終了後1日半絶食させてから行い、左半丸は日本式截切法¹⁶⁾により肉片に分ち、右半丸は筋肉の調査を行った。肉質の調査は背最長筋と大腰筋の化学的成分と筋肉組織の調査を行った。組織は凍結切片のズダンⅢ染色により第一次筋束の面積・筋線維の太さおよび脂肪の交雑状態を、パラフィン切片をワンギーソン染色を施し、膠原線維の発達度を調査した。なお第一次筋束の面積は正規分布をせず、その平方根が正規分布をするので、平方根について計数を整理した。脂肪の溶融点は皮下脂肪と腎脂肪についてU字管法により測定した。別に老廃牛について2頭の成績を得たのでこれを附記する。

第26表 飼料摂取量(2頭平均, kg)

濃厚飼料	馬 鈴 薯	乾 草	カブ又は青草
905.85	1,066.90	259.85	2,041.16

第27表 1kg増体に要した養分量(2頭平均, kg)

第1期		第2期		第3期		全 期	
DCP	TDN	DCP	TDN	DCP	TDN	DCP	TDN
0.54	4.22	0.69	5.13	0.66	5.84	0.63	5.16

2) 成績

a. 発育および飼料の利用性 発育および飼料の利用性に関する結果は第25表〜第27表のとおりである。

これらの結果を同じ方法で実施した黒毛和種やホルスタイン種およびこれらのF₁と比較すると、日本短角種は肥育によって体軀の長さの増加は他と大差ないが、体の巾や深さの増加が大きく、体重の増加率はホルスタイン種の156%に対して約5%、黒毛和種の150%に対して約10%勝っている。飼料の摂取量は最も多かったが体重の増加も多いので、各期を通じて1kg増体のために要する養分量は少く、特に第3期において他の三者が1kg増体に要する養分量が激増するのに対し、日本短角種のそ

れは著しくなく、全期間を通じて1kg増体に要する養分量は、黒毛和種の約80%であり、ホルスタイン種の95%である。

b. 屠殺成績 屠殺成績は第28表のとおりで、枝肉歩留は黒毛和種およびF₁よりそれぞれ1.5%、1%低い。ホルスタイン種より2.5%高く、枝肉に対する肉の歩留は肉片量は黒毛和種より若干少ないが、残肉量を合せ考えると黒毛和種と大差がない。

枝肉における各部位の割合をみると、肩が36.09%で黒毛和種・ホルスタイン種およびF₁より大きく、「友」のうち中軀は35.34%で黒毛和種について大きな割合を占めているが、「とっくり」は28.57%で最も小さくなっている。

脂肪の蓄積状態をみると、内臓脂肪は屠殺前体重の4.60%で、黒毛和種の5.16%より少ないが、枝肉における脂肪は第29表のとおりで、皮下脂肪・筋間脂肪が著しく多く、それぞれ黒毛和種の142%、199%である。

c. 筋肉の化学的成分および組織学的所見 筋肉の成分を分析した結果は第30表に示すように、粗脂肪含量

は大腰筋が多く、背最長筋では黒毛和種の約50%で、ホルスタイン種の約230%、大腰筋では黒毛和種の67%、ホルスタイン種の約230%にあたっている。水分含量は黒毛和種より3~4%多い。

脂肪の融点は皮下脂肪平均41.0°C、腎脂肪平均49.8°Cで、黒毛和種より高く、ホルスタイン種の皮下脂肪平均42.9°Cおよび腎脂肪50.0°Cと大差がなかった。

筋肉を組織学的に調査した結果⁹⁾は、第31表のように、日本短角種の第一次筋束の面積の平方根の平均は背最長筋が0.617mm・大腰筋が0.570mmで、黒毛和種の110%・104%となり、平均実面積は0.382mm²・0.325mm²で黒毛和種の121%・107%に相当し第一次筋束が太くなっている。筋繊維は背最長筋で黒毛和種より太く大腰筋で細いが、確実な差でないと思われる。脂肪の交雑状況は、第2次筋束間に集塊となって分布し、量も多くそれから連続的に第一次筋束間に拡がって行く傾向があるが、黒毛和種のように第一次筋束の間に細く点在する分布の仕方は少いようである。膠原繊維の発達状況は他のものと大

第28表 屠 殺 成 績 (2頭平均)

肥育終了 時体重	屠殺前 体重	左半丸	右半丸	枝肉量	枝肉歩止	左半丸に対する肉量			
						肉片量	残肉量	肉合計	精肉歩止
510.95 ^{kg}	484.00 ^{kg}	149.06 ^{kg}	148.49 ^{kg}	297.55 ^{kg}	61.56%	107.35 ^{kg}	7.04 ^{kg}	114.39 ^{kg}	76.74%

第29表 右半丸内の脂肪(2頭平均)

皮下脂肪 (右半丸に 対する%)	筋間脂肪 (右半丸に 対する%)	腎臓脂肪 (右半丸に 対する%)	腹腔内脂肪 (右半丸に 対する%)
13.84(9.41) ^{kg}	13.27(8.94) ^{kg}	3.572(.39) ^{kg}	2.88(1.91) ^{kg}

第30表 筋肉の化学的成分(2頭平均, %)

背 最 長 筋				大 腰 筋			
水分	粗灰分	粗脂肪	粗蛋白	水分	粗灰分	粗脂肪	粗蛋白
74.37	1.10	3.20	21.78	74.74	1.00	5.20	20.68

第31表 筋肉の組織学的所見(2頭平均)

	第1次筋束の面積		筋 纖 維 の 太 さ	脂 肪 の 交 雜 状 況				膠 原 纖 維 の 状 態
	面積の平方 根の平均	実 面 積		第 2 次 筋 束 間	第1次筋束間		評 点	
					I※	II※		
背 最 長 筋	0.617 <small>mm(a)</small>	0.382 <small>(a)²mm²</small>	61.09 <small>μ</small>	++~++	+	-~+	5.0	4.04 点
大 腰 筋	0.570	0.325	41.25	++~+++	+	+	6.5	3.19

※ I 血管が近傍にあるもの

II 血管が近傍にないもの

第 32 表 老廃牛筋肉の組織学的所見（2頭平均）

	第 1 次筋束の面積		筋 織 維 の 太 さ	脂 肪 の 交 雑 状 況			評 点	膠原纖維 の 発達状態 点
	面積の平方 根の平均	実面積		第 2 次 筋 束 間	第 1 次筋束間			
					I ※	II ※		
	mm (a)	(a ²)mm ²	μ					
背 最 長 筋	0.751	0.564	81.45	++~++	+~++	+	5.63	4.51
大 腰 筋	0.622	0.387	56.98	+++~++++	++	++~++	6.50	3.51
中 臀 筋	0.867	0.752	79.50	++	+~++	+	5.13	4.07
大腿 2 頭筋椎骨頭	0.757	0.573	76.43	++~++	+~++	+~++	5.63	4.75

※ I 血管が近傍にあるもの

II 血管が近傍にないもの

差がない。

老廃牛短期肥育の屠体成績^{21) 22)}は、皮下脂肪および筋間脂肪の蓄積が非常に多く、去勢雄犊の成績に似ていた。筋肉の組織学的所見は第32表のとおりで、同時に実施した黒毛和種に比べると第一次筋束の面積が大きく、面積の平方根で大腿二頭筋以外は黒毛和種の110%，実面積で120%であった。脂肪の交雑は黒毛和種は5.75～7.75点で、明らかに量および分布の状態で日本短角種にすぐれていた。筋繊維および膠原繊維では本種の1頭は最も筋繊維太く、膠原繊維の発達も多かったが2頭の差が大きく黒毛和種との差は明らかでなかった。

3) 考察 本種は飼料の利用性では黒毛和種にすぐれ、枝肉歩止りおよび屠体の成績は黒毛和種と差が少い。肉質では黒毛和種より脂肪含量がやや少い。従来市場でいわれていたように、いわゆる繊維の粗い傾向が認められた。すなわち第一次筋束の面積は黒毛和種より明らかに大きい。したがって例数を増せば筋繊維も黒毛和種より太いことが判明するであろう。脂肪の交雑状態は黒毛和種のようにこまかく点在する傾向が少い。しかし肉片としてみると、本種は明らかに黒毛和種より筋間の脂肪が多いので、一概に黒毛和種との優劣を論ぜず、各種の利用形態を考えると、肉の性質が違うものと考えることが妥当と思われる。しかし相当努力して肥育しても多量かつ細い筋肉の脂肪交雑を重視する現在の市場では、黒毛和種の上等なものより低く評価されることはさ

けられないであろう。したがって、市場における最上肉を目ざして本種を肥育することは注意を要するが、牛肉の利用調理形態の変遷と相まって、大きい体格と飼料の利用性にとむことを活用して、無理なく肥育を行う並肉生産を目的とすることが安全な途と考えられる。

6. 消化力の比較⁴⁷⁾

日本短角種の外、黒毛和種、ホルスタイン種およびこれらF₁の同一条件の泌乳牛と乾涸牛を1頭あて選び、一つの実用的条件における消化試験を行い、その差を検討した。

1) 材料および方法 供試牛は第33表のとおりである。

飼料は粗飼料として当場産の乾牧草を用い、濃厚飼料は配合飼料を用い給与量はNRC標準⁵⁾の120%を目標とし、粗飼料対濃厚飼料の給与比を泌乳牛では3：1、乾涸牛では7：1とした。給与飼料の組成は第34表のとおりである。

第34表 供試飼料の組成 (%)

飼料名	水	分粗蛋白質	粗脂肪	可溶性 無窒素物	粗繊維	粗灰分
牧 乾 草	15.57	6.90	2.28	40.06	29.73	5.46
配合飼料	14.48	17.41	3.14	53.33	5.20	6.44

試験期間は、準備期・予備期・試験期を10日づつとし、全糞採取法により最後の10日間採糞した。この外環境条件および管理には充分注意をはらった。

第 33 表 供 試 牛

供試牛 No.	品 種	年 月 令	分 娩 後 数	乳 量	脂 肪 率	体 重	種付後月数
泌乳牛群	1 日本短角種	6.8	5	11.5	3.2	489	1
	2 黒毛和種	6.2	3	仔付推定 5 kg	—	412	未
	3 F ₁	8.9	6	13.0	3.5	492	未
	4 ホルスタイン種	2.11	9	6.5	3.2	472	4
乾涸牛群	5 日本短角種	4.2	10	—	—	472	1
	6 黒毛和種	5.2	5	—	—	549	未
	7 F ₁	3.8	4	—	—	473	1
	8 ホルスタイン種	3.7	21	—	—	570	未

第35表 各成分の消化率(%)

試験牛 No.	品 種	固 形 物	有 機 物	粗蛋白質	粗 脂 肪	可 溶 無窒素物	粗 線 維
泌 乳 牛 群	1 日本短角種	66.03	67.40	68.50	65.05	70.84	60.85
	2 黒毛和種	66.11	68.35	66.21	65.21	71.25	64.21
	3 F ₁	65.73	67.19	67.09	65.36	70.63	61.08
	4 ホルスタイン種	65.45	67.08	62.65	63.78	70.62	62.71
群	平 均	65.83	67.51	66.08	64.85	70.83	62.21
乾 涸 牛 群	5 日本短角種	64.94	66.58	63.52	61.23	67.97	65.82
	6 黒毛和種	65.13	66.85	61.60	57.59	67.51	68.26
	7 F ₁	63.01	64.53	62.65	57.99	66.73	62.28
	8 ホルスタイン種	66.44	68.08	61.57	62.66	69.61	68.18
群	平 均	64.88	66.51	62.34	59.85	67.96	66.13

2) 成績 各成分の消化率は第35表のとおりである。

3) 考察 この種の試験には推計学的処理に充分な頭数を準備することが必要であるが、現状では望めないために、出来るかぎり条件をそろえた供試牛を用いた。

給与飼料の組成と求められた消化率からみると、試験中の給与実績は、DCPでNRC標準の127%~157%、TDNで同じく118%~147%となっていた、これは慣行的な飼料給与量と比較して、それほどの過給ではなく、このために消化の減退した牛があったとは考えられない。

消化率の品種によるみかけの差はそれ程大きくなく、強いといえば、泌乳・乾涸牛を通じて相対的に消化率の高いものとしては、日本短角種の粗蛋白質、黒毛種の粗繊維、低い方では、ホルスタイン種の粗蛋白質 F₁ の粗繊維であるが、従来から行っている飼養標準設定のためのホルスタイン種または同系種の消化試験の結果からみて、この程度の差は同一品種内での変動の中に入るので、品種間の差は判然と認められない。

7. 役用能力^{4) 46)}

飼育地帯においても日本短角種はあまり役用に利用されていない。またかつて日本短角種を役用に利用していた地帯でも、現在は専ら黒毛種を利用している。

当場における日本短角種の役用能力の調査は黒毛種・ホルスタイン種およびそれらの雑種の役用能力比較調査と同時にされた。

1) 材料および方法¹⁰⁾

a. 第1次試験

第1次試験としては一般農耕作業における牽引抵抗は約40kg~80kgと考え、大体この抵抗に該当するように、牛の体重の約10%および13%の抵抗になるように100mの検定路面上に土轡を往復させ、最初の30分間における

作業量・作業状況および作業前後の生理的变化を調査した。しかし30分間の作業では牛の区分による相異はほとんどみられなかったので、最初数頭の牛について調査しただけで、その後は専ら1時間における作業量・作業状況および作業前後の生理的变化を調査した。第1次試験に用いた牛は雌牛で日本短角種4頭・黒毛和種5頭・ホルスタイン種およびF₁は3頭である。なおこれら試験牛は試験開始前2カ月間の調教を実施した。

b. 第2次試験 羽部が黒毛和種について実施したものと同一要領により、検定路面上50mの距離を佇立することなく一気に牽引し得る最大抵抗、すなわち最大牽引力を調査した。第2次試験に用いた牛は雌の牛で、日本短角種・黒毛和種それぞれ5頭、ホルスタイン種6頭、F₁は4頭である。なお一部の牛については畜力計の記録用紙に示される波の状況を調査した。

2) 調査成績

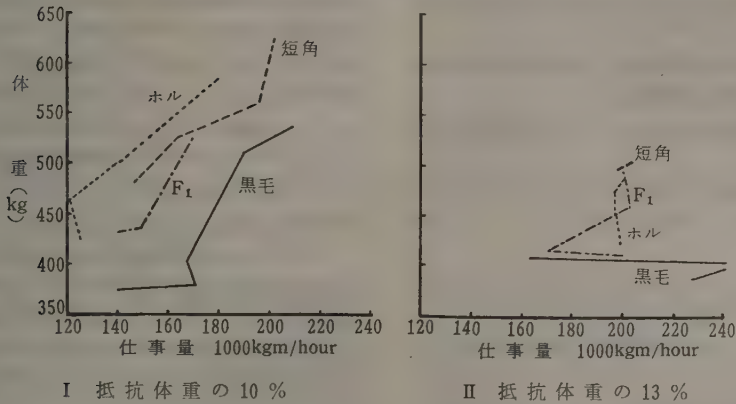
a. 第1次試験成績 仕事量：体重の約10%の抵抗の轡を1時間牽引した場合の仕事量は第1図Ⅰのとおりで、黒毛和種とはほぼ等しい成績を示したが、体重別にみると黒毛和種に次ぎF₁とはほぼ等しい成績を示した。体重の約13%抵抗の轡を1時間牽引した場合の仕事量は第1図Ⅱに示したように黒毛和種2頭を除き差は少なくなっている。

速度：日本短角種の平均秒速は1.01mで、各品種平均して大体0.9~1.2mであり品種の差は認められずまた抵抗の差・体重の差によっても大差は認められなかった。

歩巾：平均歩巾は各品種を通じて約120~150cmで抵抗の差・品種の差は認められず、体重の大きさに比例して歩巾が大となることが認められた。

廻転に要した時間：1回の廻転に要した時間を平均すると日本短角種11.2秒・黒毛和種9.9秒・ホルスタイン種10.2秒及びF₁11.7秒であった。

第 1 図 体 重 別 仕 事 量 (1 時間 当 り)



作業状態：作業中の排糞回数・排尿回数・流涎程度・佇立回数等を調査したが、日本短角種は流涎程度が最も顕著であった外大差は認められなかった。

作業前後の生理的变化：脈搏数・呼吸数・体温・体重・赤血球数・白血球数・白血球像について、作業前後の変化および30分後・60分後回復状況を調査したが特に品種間に差は認められなかった。

総合成績：日本短角種の仕事量は一応黒毛和種並であるが、体重を考慮に入れた場合黒毛和種に劣っており、また性質・気力・調教の難易等を作業態度で観察すると、日本短角種には鈍重かつ無気力で蛇行・逃避するものがかなりあったことからして、日本短角種の役用については特に調教が困難であることを示している。

b. 第2次試験成績 各品種毎の最大牽引力を示すと第36表のとおりである。

第36表 最大牽引力(kg)

	日本短角種	黒毛和種	ホルスタイン種	F ₁
調査頭数	5	5	6	4
平均	134	170	127	145
範囲	100~170	150~190	100~140	140~150

最大牽引力はホルスタイン種より大となっているが、これを体重に対する百分率で示すと第37表のとおりとなり、日本短角種は最小を示した。

第37表 最大牽引力の体重に対する比率 (%)

	日本短角種	黒毛和種	ホルスタイン種	F ₁
調査頭数	5	5	6	4
平均	26.3	38.6	28.3	32.6
範囲	21.5~31.3	32.2~42.2	24.6~31.2	31.0~34.2

なお牽引作業における体の動作の記録方法を見出そう

として、この最大牽引力測定に際して、一部の牛に畜力計を連結して畜力計の記録用紙に示される波の状態から、牽引距離約10cm毎の牽引抵抗の値の変異係数を体重の10%程度の負荷抵抗から最大牽引抵抗まで順に調査した。この各負荷抵抗毎の変異係数を各牛毎に平均してみると第38表のとおりとなり、日本短角種は最も大であった。

第38表 牽引距離約10cm毎に測定した抵抗の変異係数の平均 (%)

	日本短角種	黒毛和種	ホルスタイン種	F ₁
調査頭数	3	2	2	2
平均	22.2	12.2	20.3	13.4
範囲	17.9~29.7	11.6~12.8	16.6~23.9	13.1~13.7

またこの変異係数が負荷抵抗の増加に伴ってどのように変るかを最小自乗法による傾向線によって検討すると、日本短角種とホルスタイン種はいずれも負荷抵抗の増加に伴って、変異係数も大となる傾向がみられたが、黒毛和種やF₁では負荷抵抗の増加に伴って変異係数はあまり変らない結果がみられた。

なお、これらの試験牛について羽部の方法によって前肢と後肢の負重の比率を調査した結果は第39表のとおりで、日本短角種はF₁と同じであり、ホルスタイン種とはほぼ同様の成績を示した。

第39表 品種別前後肢負重比率の平均(%)

品 種	前 肢	後 肢
日本短角種	54.4	45.6
黒毛和種	56.0	44.0
ホルスタイン種	54.3	45.7
F ₁	54.4	45.6

3) 考察 上記の試験によって、日本短角種の役用能力を黒毛和種・ホルスタイン種およびこれらのF₁に比較してみると、

a 日本短角種は他品種に比べて体重の割に力量が劣り、また調教が困難で使役しにくい。

b 日本短角種は他に比較して作業の質が粗雑で巧緻性おとる。

すなわち本種の体型は一般に役肉用型が多いけれども、本来の役牛としての素質は持っていないものと推測される。

これらのことは、かつて本種を役に利用していた地帯で現在黒毛和種を使役するようになった理由の一つであると考えられる。しかし運搬程度の単純な軽作業には充分利用出来るものと思われる。

8. 皮膚および被毛

日本短角種の毛色および斑紋・皮厚・皮膚の組織学的特性について調査した結果は次のとおりである。

1) 毛色および斑紋 本種の基本毛色は赤褐色で、一枚毛の外に額・下胸・そけい部・尾房・乳房等に白斑のある場合が多い。また時には斑紋がホルスタイン種のように大きいものもある。本種の生産地各県の協議によって、当初定められた登録規定では毛色は赤褐色一枚であることを理想として、白斑の現われる場合には胸下・腹下・乳房等に限る許容し、前額部の白斑は失格とされた。しかし後に協議の結果この前額部の白斑も許容されることになった。

当場における白斑の現われる場合を観察すると、胸下・腹下・乳房等の外、前額に白斑が現われる機会がほぼ同じ程度であるように思われ、黒毛和種とホルスタイン種との雑種における白斑の現われる場合によく似ている。また白斑白毛のない種雄牛を用いている奥羽種畜牧場飼養牛の白斑の現われる状態をみると、第41表のように白斑白毛のない母牛から白斑白毛のない犢が比較的多く生産されているが、白斑白毛のある犢がそれでも約30%生産され 当初の登録規定にふれる程度の白斑白毛のあるものが約15%生産されて、失格牛はむしろ白斑白毛のある母牛よりの生産犢より多くなっている。

第40表 白斑白毛の出現状態(%)

母牛に白斑白毛のない場合			母牛に白斑白毛のある場合		
白斑白毛がない	白斑白毛がある	失格	白斑白毛がない	白斑白毛がある	失格
69.0	31.0	14.3	55.6	44.5	5.6

Wright の米国・英国およびカナダの短角種登録簿から3,000頭を任意抽出し、それらの両親6,000頭の記録を

も資料として、赤白雑毛(roan)のものをヘテロの個体と仮定し、赤白の遺伝子頻度を求めた研究¹²⁾によれば本短角種の中に相当白の因子が存在していることが明らかにされている。全登録牛の赤色因子頻度0.695・白色因子頻度0.305であり、赤白は優劣の関係にないとしている。この成績から考えれば、赤を基本毛色として下胸・下腹・そけい部・乳房・尾房等の白斑を許容するならば、当然前額の白斑も許容すべきであり、この点登録協議会の修正は当を得たものと思われる。

2) 皮厚 奥羽種畜牧場および当場の成雌牛の頸部・季助・膝襠の皮厚を皮厚計圧力1kgで測定した結果は第41表のとおりである。両者の間には差はみられない。これを石原等¹⁷⁾の黒毛和種の成績に比較すると、頸部と膝襠で短角種が厚く、季助部では黒毛和種が厚くなっている。

第41表 皮 厚 (mm)

部 位	奥羽種畜牧場(18頭)			当 場 (8頭)		
	頸部	季助	膝襠	頸部	季助	膝襠
平 均	8.8	11.0	8.5	8.9	11.2	8.4
標 準 偏 差	0.98	0.77	0.98	1.16	1.71	0.97

3) 皮膚の組織学的特性⁴⁹⁾

a. 材料および方法^{50), 51), 56)} 皮膚組織を肥育去勢雄犢の試験牛について、頸側・胸側・背・季助・脇腹・十字部・腰角・膝襠の8部位から標本をとり、パラフィン切片および凍結切片を作成した。一般形態はヘマトキシリンーエオジン染色、膠原線維はワンギーソン染色、脂肪は川村一矢崎法によるズダンⅢ染色を施した。

b. 成績 全皮厚および皮膚各層の厚度は第42表の通りである、黒毛和種やホルスタイン種の肥育試験牛の皮膚組織と比較すると全皮厚は最も厚く、全皮厚に対する表皮層の相対厚度は、黒毛和種0.68%・ホルスタイン種0.63%、同じく乳頭層の相対厚度はそれぞれ18.99%・19.69%を示して、本種の成績に比較して表皮層および乳頭層の相対厚度が厚くなっている。皮脂腺・汗腺・膠原線維の太さおよび皮脂腺を除く皮内の脂肪の沈着の程度は第43表のとおりである。これらを黒毛和種・ホルスタイン種に比較すると皮脂腺は黒毛和種1.7万 μ^2 ・ホルスタイン種1.4万 μ^2 で本種が比較的大きい。汗腺では、黒毛和種6.3万 μ^2 ・ホルスタイン種5.9万 μ^2 で、本種は明らかに小さい。膠原線維は黒毛和種113 μ ・ホルスタイン種98 μ で本種は比較的太い。乳頭層および網状層の中性脂肪の沈着の程度を評点すると、黒毛和種は平均3.4点・

第 42 表 全皮厚と表皮および乳頭層厚度 (2 頭平均)

	各部位平均 皮厚 μ	最厚部位 (皮厚 μ)	最薄部位 (皮厚 μ)	表皮層 μ (表皮層/皮厚%)	乳頭層 μ (乳頭層/皮厚%)
日本短角種	6,334	脇腹 (7,306) 腰角 (7,271)	季助 (5,694)	32.80(0.53)	1,065(17.08)
黒毛和種	6,175	脇腹 (6,596)	膝髌 (5,606)	42.07(0.69)	1,160(18.93)
F ₁	6,504	腰角 (7,731)	膝髌 (5,962)	38.73(0.60)	1,231(19.13)
ホルスタイン種	5,729	腰角 (6,730)	胸側 (4,834)	35.81(0.63)	1,128(19.84)

第43表 皮脂腺・汗腺・膠原繊維の太さおよび

皮内脂肪の沈着度 (2 頭平均)

皮脂腺 (長さ μ ×直径 μ)	汗腺 (長さ μ ×直径 μ)	膠原繊維の太さ μ	皮内脂肪の 沈着度 点
18,600	42,300	111.0	3.8

ホルスタイン種 1.6 点で本種が最も多くなっている。被毛中綿毛の太さは、本種 46.7 μ ・黒毛和種 40.6 μ ・ホルスタイン種 42.9 μ で本種が最も太く、被毛の密度は 1 cm² 当り本種 1617 本・黒毛和種 1637 本・ホルスタイン種 1934 本で黒毛和種に似て少い。

c. 考察 皮膚各層の相対的厚度の意義は、Duerst⁷⁾ が指摘するところであるが、本種において全皮厚が厚く表皮および乳頭層の相対的厚度がうすいことは、肉用種の特性を示しており、更に Hausam¹⁴⁾ の示すように皮肉に沈着する脂肪が多くみられることは、このことを機能的にうらづけているものと考えられる。

一般に被毛色と経済的能力との間には密接な関係のないことが多く経験されており、これらの実証的研究には乏しいけれども、皮膚の色素のような質的形質は比較的簡単な遺伝形式をとり、一方生産的な量的形質は多くの生理機能を支配する因子の総合的效果が集積された結果であるので、複雑な遺伝形式をとると考えられ、これら二者の間の関係は密接でないと推測される。少数例であるが、黒毛和種とホルスタイン種との F₂ において、毛色斑紋が典型的に分離を示す場合に、これらの毛色分離型と皮膚の構造および肉用価値との関連がみられなかったこと⁵²⁾ から、日本短角種の被毛皮膚の特性として、白斑の有無等の皮膚色素の問題より、皮膚の構造そのものに大きな意味があるものと思われる。

なおこの他に生時から発育途中および泌乳に伴う血液性状を明らかにするために、赤血球数・赤血球の大きさ・白血球数・白血球像・ヘモグロビン量および血中尿素量等を調査したが特に他品種との間に差は見られなかった²⁾。

4. 総 括

1. 日本短角種は現在岩手青森秋田の三県の一部および北海道函館地方に約 20,000 頭飼育されている。岩手・秋田県の飼育地は山間部であり、青森県の飼育地は平地と山地の中間にある。飼養形態は青森県は舎飼であるが、他は夏季放牧にたより、ともに冬季は稈稈類・野干草および糠で舎飼されている。本種は一般に乳房の発育がよいが乳を利用しているものは全くなく、一部で役に利用されている外は犢の生産が主な目的である。青森県では若干肉牛の飼育が見られるが、外は極めて粗放に飼育されている。

2. 犢の生時体重は黒毛和種より明らかに大きいが難産は見られず、妊娠期間は黒毛和種と同じである。繁殖成績は大体良好で、発情周期は黒毛和種およびホルスタイン種よりやや短い。相当の搾乳をしても飼料の給与が合理的であれば毎年産犢が可能である。

3. 発育は黒毛和種より常に大きい。自然哺乳期間中の発育は、本種の下限が黒毛和種の上限よりも大きい。育成は飼育地では自然哺乳によっているが、人工哺乳でも充分育成が可能である。ただし自然哺乳は人工哺乳に比較して、生後 1 年までの発育が著しい。育成の飼料は乾物量が DCP・TDN との比率においてある限度以下であることが必要であるが、この点から見ては本種は他品種に比較して、比較的低質の育成飼料に耐える能力があると思われる。

4. 体型は飼育地によって若干異なる。一般に役肉用型が多いが、青森岩手の役肉用型に比べて、秋田のものはやや肉用型を示している。これらは飼育地の飼料環境の相異が一因であると考えられる。同一場所に飼育された場合でも、飼育条件の差によって体型を異にしている。

5. 乳は第 3 産以後平均 3,300 kg を生産する。搾乳はホルスタイン種同様容易であり、産乳に要する飼料の利用性もホルスタイン種と大差ない。乳質は全国形分・脂肪ともにホルスタイン種より多く、乳の比重もホルスタ

イン種より重い。現在本種の乳は全く利用されていないが、乳量乳質から見て今後大いに利用することが望まれる。

6. 肥育飼料の利用性は黒毛和種よりすぐれている。枝肉歩止は黒毛和種と大差ないが、屠体の皮下脂肪および筋間脂肪が明らかに多い。肉質は筋束の面積が黒毛和種より大きい傾向にあり、脂肪の含量および交雑状態も黒毛和種にやや劣る。したがって、大きい体格と飼料の利用性の高いことを利用した並肉の生産を目的とすることが安全である。

7. 泌乳牛および乾涸牛について、一つの実用的条件における本種の消化力を他品種に比較すると、供試牛が少く結論を見出し得ないが、品種による消化率の見かけの差はそれ程大きくなく、同一品種内でみられる変動の範囲内にあるが、強いていえば泌乳牛乾涸牛を通じて本種の粗蛋白の消化率が高かった。

8. 役利用の面では他品種に比べて体重の割に力量が劣り、調教が困難で使役しにくく作業の質が粗雑であるが、軽作業および運搬のような単純な作業には充分利用出来ると思われる。

9. 本種の基本毛色は赤褐色で、一枚毛あるいは前額部および体下部にそうて白斑がある。皮厚は黒毛和種より厚い。組織学的にみれば皮膚の表皮層および乳頭層の相対的厚度がうすく、皮脂腺以外の皮内への脂肪の沈着が多く、肉用種としての皮膚の特性を示している。

文 献

- 1) 浅井豊太郎・高橋久男・沼川武雄・高橋英伍・渡辺昭三・村田和子。1957. 黒毛和種とホルスタイン種の一代雑種及び日本短角種の泌乳性について。(第I報) 東北農業試験場畜産部試験成績 3: 1~6
- 2) 浅井豊太郎・高橋英伍。1958. 黒毛和種, ホルスタイン種とそのF₁および日本短角種の血液性状に関する調査。(第I報) 日畜会報. 29 別号その2: 27
- 3) 浅井豊太郎・高橋英伍。1958. 黒毛和種, ホルスタイン種とそのF₁および日本短角種の血液性状に関する調査。(第II報) 日畜東北支部会報. 8: 20
- 4) 畜力研究会畜力班。1954. 畜力利用研究会畜力班業績文獻集 1
- 5) Committee on Animal Nutrition. 1956. Nutrient requirements of domestic animals. Number 3, Nutrient requirements of dairy cattle. revised 1956. National Academy of Sciences National Research Council, Washington, D.C.
- 6) Dawson, W.M., T.S. Yao and A.C. Cook. 1955. Heritability of growth, beef characters and body measurements in milking Shorthorn steers. J. Anim. Sci. 14(1):208~217
- 7) Duerst, J. U. 1931. Grundlagen der Rinderzucht: 278~302. Julius Springer, Berlin
- 8) 藤沢義一。1950. 岩手の短角種の沿革と概況。農業普及 2(7)
- 9) Hiner, K.L. et al. 1952. Fiber diameter in relation to tenderness of beef muscle. J. Anim. Sci. 11(4):749
- 10) 羽部義孝。1946. 牛の役利用に関する研究。京大畜産学教室業績 23
- 11) ————. 1942. 東北に於ける短角系種に関する調査。帝国畜産会
- 12) ————. 1949. 家畜改良学とその応用。(引用) 13~14. 産業図書
- 13) ————. 1932. 牛体發育に関する函数的研究。畜試報告. 28
- 14) Hausam, W. 1952. Die Bedeutung der Rinderrassen für die Lederherstellung: 27~78. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, M.B.H., Stuttgart
- 15) 岩手県畜産課。1950. 岩手の短角種
- 16) 飯田吉英。1922. 日本式截切法による牛肉片の栄養価値。畜試報告. 9
- 17) 石原盛衛・大川忠男・土屋平四郎・吉田正三郎・吉田武紀・山内美気太。1952. 無角和種に関する研究。中国農試研究報告. 1(3): 245~292
- 18) ————. 土屋平四郎・吉田武紀。1953. 和牛の屠体に関する研究。第I報 牝牛肉について。中国農試研究報告. 2(1): 91~110
- 19) ————. ————. 1953. 和牛の屠体に関する研究。第II報 牝牛肉について。中国農試研究報告. 2(1): 111~132
- 20) ————. ————. 1953. 和牛の屠体に関する研究。第III報 和牛肉の性による差異について。中国農試研究報告. 2(1): 133~150
- 21) ————. ————. 1956. 和牛の屠体に関する研究。第IV報 牝牛肉の年令的差異について。中国農試研究報告. 3(1): 111~129
- 22) ————. ————. 福本精・田口博信。1956. 和牛の屠体に関する研究。第V報 老鹿牛肉について。中国農試研究報告. 3(1): 131~145
- 23) 川俣壮一郎・浅井豊太郎・栗原一男・高橋英伍。1955. 短角系種に関する実態調査。東北農試研究報告. 5: 172~180
- 24) 木下善之・浅井豊太郎。1956. 奥羽種畜牧場における日本短角種の發育成績について。日畜東北支部会報. 6 講演要旨: 11
- 25) 菊池脩二。1950. 閉伊川地帯の畜産事情より見たる酪農への構想。岩手県水害復興会議調査部
- 26) 熊崎一雄・田中英治・木原靖博。1955. 和牛の發育に関する研究。第I報 黒毛和種の正常發育に関する研究。中国農試研究報告. 2(3): 73~108
- 27) ————. ————. 1956. 和牛の發育に関する研究。第II報 黒毛和種の發育に関する遺伝学的考察。中国農試研究報告. 3(1): 167~186

- 28) ———・森純一. 1959. 和牛の妊娠期間に関する統計学的研究. 中国農試報告. 4(1): 67~74
- 29) Kohli, M.L. et al. 1952. The inheritance of growth rate and efficiency of gain in milking Shorthorn steers. J. Hered. 43: 249~252
- 30) 海塩義男. 1943. 家畜飼養. 共立出版
- 31) 三橋堯. 1948. 畜牛肥育法. 養賢堂
- 32) Morrison, F.B. 1957. Feeds and Feeding. Morrison Publishing Company, Ithaca, N.Y.
- 33) 農林省畜産局. 1951. 東北地方の短角種
- 34) 日本短角種登録協会. 1957. 日本短角種登録規程
- 35) 奥羽種畜牧場. 1950. 短角種系牛の発育標準について
- 36) ———. 1950. 短角種系牛の搾乳試験及人工哺乳の例証
- 37) ———. 1950. 短角種系牛の搾乳試験成績
- 38) ———. 1950. 短角種系牛の役畜としての価値について
- 39) Pomery, R.W. 1955. Live-weight growth. Progress in the Physiology of Farm Animals. (2): 395~429. Butterworths Scientific Publications, London
- 40) Palsson, H. 1955. Conformation and Body Composition. *ibid.*: 430~542
- 41) Rollions, W.C. and H.R. Guilbert. 1954. Factors affecting the growth of beef calves during the suckling period. J. Anim. Sci. 13 2: 517~527
- 42) Rice, V.A. et al. 1957. Breeding and Improvement of Farm Animals: 442~470. McGraw-hill Book Co., N.Y.
- 43) 進藤武男. 1951. 東北地方の短角種系牛とその特長. 畜産の研究. 5(1)
- 44) 戸沢泰蔵. 1948. 岩手県酪農記. 酪農経営. 18
- 45) 富永信・浅井豊太郎・高橋久男・高橋英伍・渡辺昭三・沼川武雄. 1954. 日本短角種及びF₁の肥育能力について. 日畜東北支部会報. 4: 9
- 46) ———・高橋久男・高橋英伍・木下善之・渡辺昭三・村田和子・浅井豊太郎. 1957. 黒毛和種, ホルスタイン種, そのF₁及び日本短角種の役用能力の比較. 日畜会報. 28 別号: 45
- 47) ———・村松緑・浅井豊太郎・針生程吉. 1959. ホルスタイン種, 黒毛和種, そのF₁および日本短角種の飼料消化力比較の一試験. 日畜会報. 30 別号: 46
- 48) 高橋久男・渡辺昭三. 1955. 黒毛和種とホルスタイン種との一代雑種及び日本短角種の筋肉組織について. 日畜東北支部会報. 5: 13~14
- 49) ———・———. 1957. 黒毛和種, ホルスタイン種, そのF₁及び日本短角種の皮膚組織について. 日畜会報. 28 別号: 45
- 50) 上坂章次・八幡策郎・入谷明. 1955. 牛の皮膚及びなめし皮の形態学的並に組織学的研究. VII 皮膚及びなめし皮組織の品種による差異. 日畜会報. 26(1): 9~14
- 51) ———・———. 1955. 牛の皮膚及びなめし皮の形態学的並に組織学的研究. VIII 栄養状態の良否が皮膚組織に及ぼす影響. 日畜会報. 26(1): 15~17
- 52) 渡辺昭三・高橋久男. 1959. ホルスタイン種×黒毛和種F₂の皮膚及び筋肉組織について. 日畜会報. 30 別号: 26
- 53) Weber, F. 1957. Die statistischen Grundlagen von Körpermessungen am Rind. Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol. 69: 225~260
- 54) Yao, T.S. et al. 1954. Heritability of milk production in milking Shorthorn Cattle. J. Anim. Sci. 13(3): 563~569
- 55) Yao, T.S. et al. 1953. Relationships between meat production characters and body measurements in beef and milking Shorthorn steers. J. Anim. Sci. 12(4): 775~786
- 56) Yamane, J. and Y. Ono. 1936. Rassenanatomische Untersuchungen der Hautstruktur vom Büffel, Zebu, Formosarind und Friesisch Holländer im Hinblick auf das Problem der Tropenanpassung. Mem. of Fac. of Sci. and Agric., Taihoku Imp. Univ., Formosa, Japan. 19(3)

Résumé

The descendants of imported Shorthorn cattle (about 20,000 heads), whose ancestors were imported from 1871 to 1936, have been kept in Iwate, Aomori and Akita prefectures. In order to get fundamental data for the improvement of these cattle, the authors have conducted investigations on the intrinsic characteristics of these cattle, from practical standpoint, comparing with those of Japanese Black, Friesian and F₁ of former two breeds. The results of studies may be summarized as follows:

1. In Iwate and Akita prefectures, these cattle are fed on range in summer and in stall in winter on straw, grass hay and rice-bran etc. On the other hand, in Aomori Prefecture they

are fed in stall throughout the year. Though their mammary system shows good development in many cases, their milk is never exploited in those areas. In few cases, they are used for working purpose, but the main object of keeping them is merely to produce calves. These cattle have been kept on extensive feeding conditions, though, in rare cases, they are fattened in Aomori Prefecture.

2. No difficult parturition is observed in this breed, though the birth weight of calves is distinctly heavier than that of Japanese Black breed. The gestation period of this breed is nearly the same as that of Japanese Black. The breeding efficiency is also the same as that of other breeds. The oestrous cycle is somewhat shorter than that of Japanese Black and Friesian. On reasonable feeding, this breed is capable of yearly calving and producing considerably much amount of milk.

3. This breed excels Japanese Black in body weight throughout all stages of growth. During suckling period, the lower limit of normal growth of this breed is larger than the upper limit of normal growth of Japanese Black. Calves are nursed by their dams in those three prefectures, but they can attain good development on pail feeding. The body weight of calves on pail feeding is smaller than that of calves nursed by their dams. The growth of calves nursed by their dams is better than that of calves on pail feeding up to one year of age.

Accrding to the observations on the rate of growth and constituents of rations, it seems that this breed has an ability to endure somewhat inferior rations which have relatively large proportion of dry matter to total digestible nutrient.

4. The type and conformation of this breed are different to some extent with localities. Generally this breed shows a working-beef type. Cattle in Aomori and Iwate prefectures show the working-beef type. On the other hand, those in Akita Prefecture do somewhat beef type. This tendency is partly due to the environmental differences of each producing district. Though animals are kept at the same place, they show various types due to the difference of feeding condition.

5. The cow of this breed produces 3,300kg of milk at third and subsequent lactations on the average. She is milked by hand easily like Friesian breed. Her efficiency of milking feed utilization is nearly to that of Friesian. Her milk shows richer total solid and fat constituent and heavier specific gravity than those of Friesian cow's milk. Though her milk is not exploited now in the producing districts, it should be exploited in future.

6. This breed excels Japanese Black in the efficiency of fattening feed utilization, but no distinct difference is observed in the carcass percentage between this and Japanese Black breed. In the carcass, this breed has distinctly larger amount of subcutaneous and intermuscular fat than those of Japanese Black. In the meat quality, this breed shows larger size of primary muscular bundle, less fat constituent and somewhat coarser marbling fat than those of Japanese Black.

So, it seems reasonable to produce commercial grade beef, utilizing the large body size and high efficiency of fattening feed utilization.

7. There is no distinct difference in the digestibility of feeds on a certain practical condition between this and other breeds in both dry and lactation periods. But, dare to speak, the digestibility of crude protein of this breed is somewhat higher than that of other breeds in both cases.

8. The tractive power of this breed is smaller than other breeds in proportion to the body weight. Though the breaking and training of this breed are somewhat difficult and the status of working lacks exquisiteness in action, it seems that this breed has a sufficient working ability at light and simple work.

9. Generally, the coat color of this breed is red with or without white spots on the forehead and lower parts of chest and belly. The hide of this breed is thicker than that of Japanese Black. Histologically, the hide of this breed has thin epidermis and papillary layer in relative thickness and distinctly rich intradermal fat (The fat of sebaceous gland is excluded), comparing with those of Japanese Black and Friesian. These findings show the evidence of hide character in beef purpose breed.



成雄牛（奥羽種畜牧場産）



未経産雌牛（奥羽種畜牧場産）



成雌牛——肥育後（岩手県産）



成雌牛——搾乳中（岩手県産）

地域農業振興基本計画立案方法の研究

金 森 孝 一 郎

Researches on the method of fundamental planning
for local agricultural development

Kōichirō KANAMORI

1. 本研究の目的

合併市町村の農業振興計画・後進地域農業開発計画あるいは新農村建設計画のように地域または地区の農業の実態に即した農業振興計画を地元民の意思によって樹立し、これによって市町村当局者はもちろんのこと国及び県の農政当局者は地域農業の振興を計画的に図ろうとする気運になった。従来農業の指導、広くは農政が兎角画一的に行われ、地域性を考慮することに欠けていた嫌いがあったので、上述した気運はこの欠点を是正するとともに地元側の積極的意欲を振り起し、農業振興の実効を挙げようとする意図をもつものと考えられる。この意図を実現するためには地元民の協力態勢や行政及び財政上の適切な処置を必要とすることはもちろんであるが、就中振興計画が実態に即して科学的に立案されることが必須条件となる。農業振興の成否は科学的な計画が立案されるか否かということと、地元民が協力一致してこの計画を遂行しようとする熱意如何に懸っているといえる。従って地域・地区の農業を診断し、その結果に基いて振興計画をたてる方法が重大な関心事となる。しかもこの立案方法は1) 限られた人員及び期間内に行い得ること、2) 従って既存の統計資料をできるだけ活用して対象領域の農業を能率的に診断し、計画するものであることが要請される。この要請に応える一端として農業生産面に焦点を絞り、振興基本計画の科学的で実用的な立案方法を確立しようとするのがこの研究の目的である。1955年筆者と農業経営部経営第4研究室員はここに示す方法で岩手県江刺町(旧岩谷堂町外9カ村の合併町、面積373 km^2)の農業振興対策を研究し、対策立案の方法が概ね妥当であることを現地で確認した。以下この立案方法の論理と方法の要点を述べて地域農業振興計画立案のための指針に供する。

2. 立案方法の論理

1. 対象領域の農業診断

振興計画の立案には対象領域の農業の特徴、特にその欠陥及び有利点を適確に把握することが先決問題である。やや広い領域を対象とする場合は農業の事情を異にするいくつかの地帯を包含するのが一般であるから、診断のために農業地帯区分を行うことが必要である。地帯区分は次の指標を総合して行う。

1) 地形と農地の立地配置

2) 農家が利用する水田・畑・採草地の地目構成による集落類型

旧市町村区域について見ても地目構成が等質な集落から成るとは限らない。従ってこの項及び7)・10)については集落単位に考察する必要がある。

3) 国有山林牧野・公有山林牧野・部落共有または組合有の放牧地それぞれの面積とその分布

4) 農業生産に顕著に影響を及ぼす気象要因と土壌の性質

5) 主要作物反当収量水準(例えば水稻及び麦の平年反当収量)

6) 市場に対する立地並びに交通条件

7) 水田・畑・採草地の経営面積規模並びに土地利用から見た農家経営の地域性

8) 農地改革前後の農地所有関係の変化(農家経営の歴史性)

9) 近年の農業生産方向の動向

10) 兼業農家率と兼業の主な種類

11) 農業生産の基本的制約要因である耕地及び水利の欠陥と常習災害

都市近郊のように社会経済的条件が絶対的に優先する場合を除けば、農地の立地配置とこれを基盤とする土地

利用から見た農家経営の地域性を中心に地帯を区分することが地帯農業の特徴把握に適當である。

次に各地帯についてそれぞれの地帯の農家経営に共通する生産並びに所得の制約機構を現地で解明し、併せて共通の有利点を把握し、これによって地帯農業を診断する。これがためには地帯農業の特徴を充分に代表する典型的部落の典型的農家を選び、環境及び農地の条件と経営構造、技術の在り方が相関連して生産並びに所得の向上を制約している機構を調査し、更にその機構がその地帯の多数の農家経営に普遍適當であることを確認する。

2. 地帯農業振興方向の策定

前述した診断結果に基づきそれぞれの地帯農業今後の振興方向を策定する。この際既定の農業開発計画あるいは今後の開拓の余地があればそれらを考慮に入れて振興方向を策定する。

3. 地帯農業振興基本対策と関連対策との体系化

1.で地帯毎にそれぞれの農家経営に共通する欠陥が構造的に把握され、2.でその地帯農業の振興方向が策定されるから、この方向に農業を発展させるために採らねばならない生産の基礎条件すなわち農地及び水利の条件並びに環境条件を改善する基本対策を先づ計画する。この際前述したとおり既定の開発計画あるいは開拓の余地があればそれを考慮に入れ、両者が調和するように計画する。

次に生産の基礎条件の改善に関連してその改善効果を実現するために採らねばならない諸対策を基本対策と有機的に結合して一つの体系として計画する。従来土地改良事業あるいは集約酪農地域建設計画のように生産基礎条件の改善対策は計画され、実施されているが、この効果を部落・農家の圃場で充分に発揮するために地元側が執らねばならない関連対策、例えば水利組合が行わねばならない用水慣行の改善・農協が設置する共同利用施設・農家が執らねばならない耕種作業方法の改善・施肥改善・飼料生産改善対策・農機具や家畜導入に対する農協の融資措置・そのほか市町村当局が執らねばならない対策が研究され、有機的に体系化されて計画される努力が少なかった。両者が切離され、関連なく別個に取扱われて来た憾みがある。基本対策と関連対策とを一貫した体系的計画によって始めてその地帯農業の効果的な発展を期待することができる。農業診断で地帯毎にそれぞれの農家経営に共通する欠陥を環境及び農地の条件と関連して構造的に解明する目的もここにある。

4. 農家経営に対する振興対策の私経済的効果の推計
従来農業の諸開発計画が国家または府県自治体の意

思によって企画されたので、その経済効果は国民経済的観点から推計された。すなわち事業実施の結果毎年直接増産されると推定される農畜産物価額あるいは増産による国富増加額を投資額に比較して判定された。

しかし農村民自身の振興意欲を期待する最近の計画の趣旨からいって地元農家の私経済的観点から経済効果を推計し、振興計画の経済効果をこの観点から認証する必要がある。このことは国民経済的観点に立つ投資効果だけによって計画の経済効果を判定するとすれば、往々にして既に生産力が高く、比較的恵まれた条件にある地帯の計画の効果が大きくなり、このような地帯の対策だけに関心が寄せられ、現在生産力も技術水準も低い後進地帯がいつも置き去りにされるおそれがあるからである。農業振興の目的の一半が地元農民の生活向上にあるのであるから農家の立場から計画の効果を推計することを落してはならない。

3. 立案の方法

前節の論理により振興基本計画を農業生産面に焦点を絞って立案する一般的方法の概要を述べる。

1. 対象領域の農業診断

第1段階——対象領域農業の地域性把握のための地帯区分

この段階の前半は資料調査方法による。既存の統計資料を利用し農業地帯を仮区分する。

この区分指標とこの指標を求めるためにどこの市町村でも普遍的に利用し得る資料名を挙げれば次のとおりである。

1) 地形と農地の立地配置。

資料：地理調査所編刊5万分の1地形図、土地改良区の耕地現況図その他の資料。

2) 農家が利用している水田・畑・採草地・山林の面積を集落単位に整理し、地目構成から見た集落の類型分類を行い、これを図上に落す。

資料：水田・畑については昭和30年臨時農業基本調査で集落毎に集計されている。その後の統計を利用しようとするれば毎年の農業基本調査申調査票によって採草地・山林とともに調査区（おおよそ集落区分に近い）毎に集計して求めなければならない。但し採草地面積はしばしば把握し難いから他に適当な統計があればこれを利用する。他に利用し得る統計がない場合は上記の調査区集計結果の利用の可否をこの事情に明るい人にただし、必要があれば適当な方法で照会調査を行う。

3) 国有及び公有の山林牧野・部落共有または組合有

の放牧地それぞれの面積とその分析。

資料：県林務課及び市町村役場林務主管課の資料・
県畜産課牧野台帳・牧野組合の資料。

4) 農業生産に顕著に影響を及ぼす気象要因と土壌の性質

気象を検討する指標——東北を例として

- a. 4～8月の気温偏差
- b. 7月・8月の平均気温
- c. 晩霜及び初霜月日・無霜日数
- d. 根雪期間
- e. 平年の春先の耕耘開始可能月日
- f. 強い季節風のある期間と風速・風向

以上の資料・地方気象台または測候所の気候表・附近
所在の農業試験場または営林署の観測結果・あるいは地
元の中小学校の委託観測結果、若しこれらの資料が求め
られない場合は東北農試伊達技官の方法を用いて推計す
る。

土壌に関する資料：県農試土壌調査報告。

5) 主要作物反当収量水準

資料：例えば水稻及び麦については農林省統計調査
事務所地区出張所の収量調査成績

6) 市場及び交通条件

資料：農林省食糧事務所出張所・県経済連支所・農
協・乳業会社工場及び青果市場会社等の資料、市町村役
場土木課資料

7) 水田及び畑・採草地の経営面積規模並びに土地利
用からみた農家経営の地域性

調査区単位に次の指標を求める。

- a. 農家経営耕地面積から見たモード階層・その階層農
家の水田化率の並数(mode)・採草地面積の並数
- b. 養蚕農家率と養蚕農家の多い階層
- c. 果樹作農家率と果樹作農家の多い階層
- d. 蔬菜作付面積10アール以上の農家率と蔬菜作農家が
多い階層
- e. 葉煙草その他の工芸作物を作付ける農家率とその作
付農家の多い階層
- f. 役畜及び用畜(大中家畜)飼養農家率と畜種別に飼
養農家の多い階層

以上の資料：農業基本調査甲調査票及び標式調査

8) 農地改革前後の農地所有関係の変化

資料：市町村農業委員会資料

9) 近年の農業生産方向の動向

重要作物作付面積(桑・果樹・蔬菜販売地帯では蔬
菜・工芸作物を含む)及び大中家畜飼養頭数について旧

市町村別に昭和22年以後の変化を調べる。

資料：県統計書

10) 兼業農家率と兼業の主な種類

調査区単位に次の指標を求める。

兼業の種類を自営産業・職員勤務及び恒常的収入のあ
る労務・季節出稼その他収入不安定な労務に区別し、そ
れぞれの種類に兼業農家が多い階層とその階層の兼業農
家率

資料：農業基本調査甲調査表及び乙調査表

11) 耕地及び水利の欠陥と常習災害

資料：県農試土壌調査報告・低位生産地土壌調査報
告・近年の水稻冷害調査資料・土地改良区及び市町村農
業委員会の資料・農業共済組合の資料

上掲の資料はどこの市町村でも求められる普遍的なも
のである。これ以外に適切な資料があれば活用するのが
よい。また注意しなければならない点の一つは各項目間
の関連をできるだけ明らかにすること、これによって地
帯農業の特徴を立体的に把握することである。いまひと
つは徒らに微細な事項についての資料を多数揃えること
に努力するのが賢明な方法ではなく、対象領域全体から
見てそれぞれの地帯の特徴を把握するために重要な事項
について適確な資料を整理しなければならないことであ
る。

上述の諸指標の関連に留意し、これら指標を農地の立
地配置とその利用の仕方を中心として総合し、その限り
で農家経営の地域性を立体的に把握し、これによって図
上に地帯を仮区分する。

第1段階の後半に現地踏査を行う。その目的は次の三
つである。

- a. さきに諸統計資料によって仮区分した農業地帯につ
いて現地の観察・聴取りなどによってこの仮区分の妥当
性を再検討し地帯区分を確定する。
- b. 各地帯の耕地・採草地及び水利の条件の良否を確認
し、常習災害について検討する。
- c. 各地帯毎にその地帯の農業事情に精通する人からそ
の地帯農家の生産並びに販売面の共通の問題点・悩みを
聴取する。後進地帯については特に過去の農業の特質と
それが現在の農業に及ぼしている重要な影響を明らかに
する。その中から基本的な重要問題を選択し、これを考
慮に入れてその後に行う農家経営制約機構の調査のねら
いを設定する。

それ故現地踏査の適否はその後に行われる現地調査結
果の代表性を左右し、その価値を決定するものであるか
ら大切な調査である。従って前半に行われた資料調査の

結果を予め充分にそしゃくし、現地で確認しなければならない事項や予想される問題点をよく整理し、対象領域の目星しい地点を落さずまた能率的に踏査する必要がある。

第2段階—各地帯典型的部落の典型的農家経営の診断

1) 各地帯農業の特徴・農家経営の地域性を充分備えている数部落を資料と現地踏査の結果から抽出し、更にそれらの部落の事情を検討し、その中から特殊事情がない典型的部落を選ぶ。次にその部落の農家の中から経営耕地面積規模あるいは水田面積規模から見て最も戸数の多いグループ（以下モード階層と略称）に属し、またその地帯の農家経営の地域性を備えており、農業生産の基本的制約要因の影響を充分に受けており、技術水準も中位で、近年特殊な事情がなかった農家を数戸選ぶ。またその地帯全体として前述のモード階層よりも耕地面積規模が小さいが、やはり農業を主とする階層の農家数の比重が相当高い場合はこの階層に属する農家数戸を併せて選ぶ。この際にもその地帯の同階層の農家経営の地域性を代表し得る農家をえらぶ。次にこれらの農家を歴訪し、各戸について上述の条件を備えているかどうかを確かめ、その結果に基きモード階層農家2～3戸、次の階層農家2～3戸を再選する。この際現物の動き及び農作業を記録している農家であって前述の条件にかなう者があればこれを選ぶ。

2) これらの農家について環境及び農地の条件と経営構造・技術の在り方が関連して生産並びに農業所得の向上を制約している機構の骨組を具体的に調査・説明する。

3) その結果明らかにされた制約機構の骨組が対象地帯の同階層農家経営に共通する制約機構であるかどうかこの点をその地帯数部落の典型的農家及び地帯全般の農業事情に精通した人々について確認する。

4) この現地調査の際今後の振興対策を研究する参考事例として別に次に示すような先進農家1戸の調査を併せて行う。すなわち対象地帯のモード階層に属し、また上述の調査によって明らかにされた制約機構を自らの経営で改善し、生産並びに所得の向上を図っている農家について、改善の論理とその方法を調査・説明する。

2. 地帯農業振興方向の策定—第3段階

地帯農業の特徴特に農地とその立地配置と未利用の土地及び水資源の現状・土地利用を中心とした農家経営の地域性並びに共通の制約機構等の把握を基礎とし、既定の農業及びその他の産業開発計画及び今後予期される開拓が実施された時の農業基礎条件の変化を考慮して今後

の農業振興方向を研究し策定する。

3. 地帯農業振興基本対策と関連対策との体系化 基本対策の樹立—第4段階

前述のとおり各地帯の農業が診断され、今後の振興方向が策定されるから、その方向に地帯の農業を振興するために必要な農業生産基礎条件の整備改善対策を研究し樹立する。このような基本対策は次に示す事項の一つまたはその幾つかが組合されたものであるのが一般であろう。

1) 土地改良・農地の交換分合・用排水施設の整備改善

2) 開拓—地元増反による耕地の拡張、2・3男の純入植による経営耕地面積規模零細化の防止

3) 遠隔の牧野と部落近傍の林地との一部配置転換—酪農振興のために

4) 牧野改良

5) 収益の多い樹木の植林並びに防風林防霧林の設置

6) 道路・農道の整備

7) 流通機能を担当する農協の組織・機能の強化拡充

8) 販売農畜産物の集団の増産を計画する場合はその販売組織及び市場に対する対策

上述したような内容をもつ基本対策の大部分は地元農家の経済力の限度を超えており、その実現には国や県の公共投融資と行政措置によらなければならない。またこの際注意しなければならない第一の点は、農業を振興方向に改善発展させるために採らねばならない重点基本対策を明確にし、その他の基本対策は前者による振興の効果を助ける機能を果たすように有機的関連を考慮して策定することである。第二の点は、基本対策を計画するに当たっては技術的に充分に調査検討することはもちろんであるが、更にこれに基いて受益者の経済的負担能力を考慮に入れ経済的採算が採れるかどうか、この点をよく検討して計画を作成する必要がある。

第5段階—a. 経営耕地面積規模モード階層農家経営を対象とする関連対策の樹立

b. 小規模階層農家経営を対象とする関連対策の樹立

関連対策の意義役割については前節に述べた通りである。経営耕地面積規模モード階層農家を対象とする関連対策と小規模の階層農家を対象とする関連対策をわざわざ区別する理由は経営の基礎条件が違い、農業経営の生産方向及び組織すなわち経営の質が相違することがしばしばあるからである。

関連対策は基本対策の具体的内容によって具体的に決められるのであるが、その意図が農家経営の生産力向上

の制約機構を打開改善することにあるから、この際採らねばならない諸手段を選択し組立てる基軸となるものは役畜・機械力・作業用農機具を含めた労働技術である。従って労働技術の改善対策を中軸として関連諸対策を研究し樹立することが総合的でまた具体的な対策を樹立するために有効である。

いまひとつ注意しなければならないのは、前段階で指摘したと同様に、導入しようとする技術を単に技術的検討を経ただけで選択することなく、対象農家経営が置かれている環境及び基礎条件・客観的に期待される生産量・今後の価格予想・導入技術と結合される他の関連技術の在り方等を検討し、考えられる幾種類かの技術と比較し、経済的検討を経て選択しなければならない点である。

4. 地帯別振興対策の整理、対象領域全体の振興対策の樹立—第6段階

5. 農家経営に対する振興対策の私経済的效果の推計—第7段階（前節の4）に相当する）

この効果推計の目的意義は前節に述べた通りである。方法としては第2段階で診断の対象とした農家経営の中から典型的経営を抽出し、これについて振興基本対策と関連対策が体系化されて実施された暁に期待される農家経営設計の骨格を組立てる。次にこの設計の段階に到達した際の農業粗収益額並びに現段階の農業粗収益推定額に対する増加価額を推計する。農業所得に替えて農業粗収益の推計に止めたのは地帯間の農業所得増加の比較は農業経営の生産方向が判っておれば粗収益増加の推計からおおよそ比較することが可能であるのに因る（既存の農家経済調査・農業経営調査・簿記々帳調査結果の利用）。

この方法によってひとつには各地帯の振興対策の重要度を地元農家の私経済的観点から判定することができる。ふたつには地元農家の融資償還能力の程度をおおよそ見当づけることができ、その計画作成段階に進む足懸りを得ることになる。

6. 振興対策の実施に要する資金の需給対策の検討—第8段階

7. 資金需給対策の検討から逆に振興対策を事業内容、あるいは計画実施完了に要する年限について再検討する—第9段階

両者の対策間には相互規制関係があるから計画は試行錯誤方法によって幾度か修正を重ねて妥当なものに到達する。

8. 計画の一環として農家の技術並びに経営の指導普及対策を計画する—第10段階

振興計画の実施によって農業生産の基礎条件に始まり農業経営組織及び技術に及ぶ改善が行われなければならないからこれが指導力の如何、指導の適否は重大な意義をもつ。特に後進地帯で劃期的な経営再編成が行われることが予想されるから一層重大である。従って振興基本計画の一環として農業の地域性の認識に基いて振興計画に沿って改良普及事業を有効適確に進める改良普及計画を確立すること、特に後進地帯は文化並びに技術の水準が低いからこの地帯に重点指導部落あるいは実験農家グループ等の総合指導の拠点をもち、強力に指導する特別の組織施設と人員配置を計画する必要がある。

この稿では紙面の都合上、方法だけを述べるに止め、その確認結果の叙述を省略した。これについては参考文献の1)、2)を参照されたい。

参 考 文 献

- 1) 岩崎勝直・金森孝一郎外2名。1956. 江刺町の分析と振興対策—第1編第5章。岩手県江刺町。
- 2) 金森孝一郎。1956. 地域農業振興対策樹立の方法—岩手県江刺町を事例として。岩手農技。3。
- 3) 岩崎・金森外。1954. 後進地域総合開発方式の研究—岩手県北地域。東北研究。4 (3, 4, 5, 6)。
- 4) 金森。1955. 農業経営より見たる後進地域総合開発方式の研究。農業経済研究。27 (1)。
- 5) 伊達了。1953. 東北地方における平均気温、平均初晩霜日及び無霜日数の推算について。東北農試研究報告。3。
- 6) 金森・鈴木恒雄。1955. 農業経営設計。東北農試研究報告。5。

Résumé

As a result of this research, the scientific and practical method of fundamental planning for local agricultural developement, from the standpoint of production was established.

Essentials of the method are as follows:

1. Lay hold of each agricultural regional individuality in the objective area

1) Classification of agricultural regions in the objective area by investigating statistics and other materials

2) Settlement of the regional classification by observing fundamental conditions of production, for example, farm land, water-supply etc. and confirmation of fundamental occasion which is stagnant of production

3) Identification of mechanism in the typical farms belonging the mode of each region, constricting agricultural production and income in relation to circumstances, constraction of farm management and technics

4) Confirmation of universal validity of the above mentioned mechanism in that region

2. Decision of the course of local agricultural developement by considering natural and economical circumstances, individualities of farm management and unexploited resources

3. Systematic planning for which remedies of basic condition connected with technical and economical methods of the improvement of farm management

4. Computation of agricultural gross income of the typical farms belonging to the mode of each region at the time when the plan will be practised

農業水利事業による水利慣行の変化と稲作生産

渡 辺 信 夫・小 川 信・柴 田 昭治郎

The transformation on the customary irrigation system and
the rice production by the irrigation improvement

Nobuo WATANABE, Makoto OGAWA and
Shōjirō SHIBATA

目 次

1. 研究の目的
2. 農業水利事業対象地区の概況
3. 土地改良前の水利慣行
 - 1) 分水・番水の慣行
 - 2) 維持及び管理の方法
 - 3) 慣行の固定化と矛盾の発展
4. 水利慣行下の稲作生産の構造
 - 1) 調査の方法
 - 2) 稲作生産の構造
5. 水利事業の経緯
 - 1) 水利事業と水利慣行
 - 2) 水利事業の経緯
6. 水利慣行の変革
 - 1) 新しい水利秩序
 - 2) 土地改良区の性格
7. 事業後における稲作生産
8. 役割と限界—むすびにかえて
9. 要約

1. 研究の目的

水田経営の存続と水稲生産力の安定をはかるために、用水の確保はその前提的な条件である。

試みに昭和25年について東北の要土地改良の延水田面積をみると、526,600 ha（実面積は367,100 haで水田面積の72.6%）に及び、そのうち用水不足田は192,177 ha、排水不良田は120,408 ha¹⁾ となり、それぞれ要土地改良延水田面積の36.1%、22.6%を占め、その他の項目に比べて圧倒的な比重を示している。

このような実状を背景にして行なわれたかんがい排水事業もまた、昭和28年現在において水田面積の23%に及ぶ盛況であり、その70%はかんがい排水を主体としたも

のである。

一方、用水の管理は部落共同体的な管理の下に水利慣行として行なわれ、その発生は中世にまでさかのぼり、領主的及び寄生地主的土地所有の支配を媒介する部落共同体的な秩序の一環として存続してきた²⁾。

水利慣行のこのような存続は、一方において地主的土地所有を温存する役割を果たしながら、他方においては生産過程における技術の固定化を結果し、新技術の導入を制約し、生産力を停滞させてきた³⁾。

戦後農地改革が行なわれ、不完全な形ではあっても地主的収取関係が解体されるに至ったが、一方、部落共同体的な諸関係は解体することなく、根強く存続していることが指摘されている⁴⁾。しかし、寄生地主的土地所有の基本的な生産関係であった地代収取関係が解体した現在、過去の部落共同体的な秩序が基本的な生産関係に適應してその性格をかえてきたように、よかれあしかれ何等かの意味でこれに対応する変革を伴わずにはいないであろうことは想像に難くない。

このような社会経済的な変動を背景にして、水利慣行においては、その部落共同体的な規制の実体が現段階においてもなお農業構造の支配的な側面をなすか、もしそうだとすればどのような構造によってかがまず問われなければならない。

さらに、より具体的な課題としては、前述のような用水改良事業が大規模に行なわれた場合、旧来の水利慣行の前提的な諸条件が変えられ、当然新しい水利秩序が作り出されるであろうが、その過程において、第1に、事業の主体と水利慣行の主体である部落共同体的組織の果たした役割と性格、その両者の相互の規定関係を明らかにし、第2に、事業の総結果として作り出された新しい水利秩序の経済的な性格と、それが稲作の生産過程でどのような役割を果たすかを旧態に照合しながら明らかにすることは、今後の水利事業を真に発展させる上においても

本調査は以上の課題の設定の下に岩手県紫波郡国営山王農場農業水利事業の用水補給事業を対象にし、事業の実施過程の実態を解析して設問に答えようとするものである。

2. 農業水利事業対象地区の概況

したがって、土地改良事業の推進に対しても最初から積極的な動きを示してきたのであり、いわゆる「水」の問題をめぐる部落共同体的な規制と、それが生産過程でどのように生産力の発展を阻害したか、さらに水利事業



第1図 山王海土地改良地区略図

町村名	志和	水分	赤石	石鳥谷	その他	計
受益種類						
用水補給	763 (26.8)	366 (12.8)	490 (17.2)	567 (19.9)	666 (23.3)	2,852 (100.0)
開田	132	191	83	—	—	406
開畑	44	89	64	—	—	197
計、	939	646	637	567	666	3,455

ちなみに、昭和16年の南部杜氏の総数は2,434人であ

規模別	30 a 未滿	30 a ~ 50 a	50 a ~ 1ha	1ha ~ 1.5ha	1.5ha ~ 2ha	2ha ~ 3ha	3ha 以上	計
志和村	4.3	6.4	19.9	29.3	20.4	17.6	2.1	100.0
紫波郡	5.6	7.0	21.3	27.8	21.8	14.9	1.6	100.0
岩手県	10.7	12.0	29.0	23.9	14.0	9.0	1.4	100.0

備考 昭和29年度岩手県統計年鑑による。

るが、そのうち志和郡は1,362人で総数の56%を占めている。このうち志和村は404人(郡総数の30%)に達し⁶⁾、1戸当たり平均0.5人の多きにのぼっている。特筆すべき兼業の形態である。

畑作は作付延面積の71%が麦類(44%)及び豆類によって占められ、さらに青刈飼料作物が14%を占め、麦・豆の1年2作の雑穀生産が支配的である。近年の特徴としてはリンゴ作付面積の微増である。

家畜及び農機具の所有状況をもと第3表のとおりである。まず家畜についてみると、1戸当たり飼育頭数が高いのが特徴的であるが、これは以前当地区が馬産地であったことの影響であろう。馬産がなくなった現在、以前共同で利用管理された採草地は荒廃しつつある。農機具の導入率は他町村より若干高く、特に他村と比較は出来ないが、用水不足の対策として導入された揚水機が27台(1戸当たり0.03台)もみられることは注目すべき点であろう。

最後に土地所有について若干詳しく考察してみよう。戦後実施された農地改革の性格規定は農業問題の核心をなすものであるが、ここでは志和村における変革の統計的な把握を中心として検討しよう。

第3表 一戸当たり平均農機具及び大家畜所有状況 (昭25)

種類	農 機 具 (台)						家 畜 (頭)		
	電動機	石 油 脱穀機	脱穀機	糶摺機	揚水機		乳牛	牛	馬
志和村	0.16	0.11	0.25	0.21	0.03		0.05	0.47	0.83
紫波郡	0.07	0.07	0.11	0.09	?		0.04	0.35	0.66
岩手県	0.02	0.03	0.03	0.03	?		0.12	0.32	0.48

備考 県及び郡は岩手県経済調査資料(昭25年)による。

まず、第4表によって自小作別の農家の変遷をもと

第1に地主が保有地を残すだけに解体したこと、第2に従来6割弱だった自小作以上の農家が24年には9割にも達したこと、第3に自小作以下の農家が激減したこと等が明らかである。

次に村内の小作地の変動についてみると、昭和22年、24年、29年がそれぞれ33.7%、11.6%、7.8%であり、紫波郡が同様に42.4%、9.5%、6.7%になっているのに比べると次の点が明らかである。

すなわち、農地改革以前の志和村は郡に比べて約10%小作地が少く、これは戦前についても一貫してみられる傾向でもあった。しかもその土地集積の内容をみると、在村地主は約11haの貸付地をもつ地主を頂点に、5ha以

第4表 自小作別農家数の変遷(単位%)

年次	地主 自作	自 作 地主	自作	自小作	小自作	小作	計
昭14年	6.2	16.2	22.4	34.0		21.2	100.0
21年	7.7	—	25.1	24.2	22.6	20.4	100.0
24年	—	2.6	53.9	33.8	7.1	2.6	100.0

備考 1. 14年は志和村経済更生計画書(昭14)による。

2. 21年・24年は岩手県統計年鑑による。

上の貸付地をもつ地主数がわずかに7戸だけであり、1ha以上の貸付地を持つ地主数は全農家の7.9%も占めるのに対して、岩手県及び紫波郡平均がそれぞれ3.1%、5.0%になっている。零細的な土地所有が特徴的であるといえよう。ちなみに、昭和22年における農家の規模別土地所有と貸付面積の関係をみると第5表のとおりである。

不在地主の土地集積は志和村が小作地のうち18%を占めるのに対して、紫波郡は36%になっており、不在地主の所有地が著しく少い事が分る。参考までに志和村の不在地主の土地所有状況を示すと第6表のとおりである。

このようにして、志和村は全体としては小作地の割合

第5表 昭和22年の所有と貸付面積別の農家戸数(単位 戸)

所有	0.5ha未満	0.5~1ha	1~1.5ha	1.5~2ha	2~2.5ha	2.5~3ha	3~5ha	5~10ha	計
貸付									
貸付なし	62	133	175	113	41	16	2	—	542
0.2ha未満	6	10	14	18	15	7	3	1	74
0.2ha~0.5ha	×	12	9	19	8	9	5	—	69
0.5ha~0.5ha	7	4	3	15	12	7	4	—	50
1ha~2ha	1	—	3	2	5	5	6	—	22
2ha~5ha	3	1	5	4	7	10	3	—	33
5ha以上	1	1	1	—	1	1	2	—	7
計	85	161	210	171	89	55	25	1	797

備考 1. 昭和22年臨時農業センサスによる。

2. ×には耕作しないもの1戸を含む。

第 6 表 不在地主の所有規模別農家戸数と面積 (昭21)

所 有 面 積	0.5 ha未満	0.5~1 ha	1~2 ha	2~3 ha	3~5 ha	5~10 ha	10~50 ha	計
不在地主数 (戸)	43	24	24	3	1	3	1	99
その面積 (a)	2805		2780	750	425	1702	1174	9636

備考 志和村農地委員会昭和21年12月末調査による。

が低く、その内容は不在地主の小作地が少く比較的多数の在村地主の零細な土地所有によって占められていた。

農地改革が大半終了した昭和24年になると、小作地の割合が志和村11.6%、紫波郡9.5%と改革前とは逆の傾向を示すが、これは以上のような土地所有の特殊性によるものである。このことは、全農家中の保有限度の貸付地保有地主戸数の割合が志和村2.6%、紫波郡1.9%と志和村が多くなっていることによっても裏付けられる。そしてこれらの特徴は、戦前の当村における小作問題の展開が比較的平穩に終止したことに照合しており、その傾向の一斑がうかがわれる。

次に農地改革の結果、自小作別の農家数がどのように変動したか、第7表によってみよう。すなわち全体としては自作化の著しいことは当然であるが、現段階でもなお終戦時の自小作農の1割強、小作農の3割が自小作農以下の段階に止まっていることは注目しなければならない点であろう。

第7表 終戦時と昭和24年の自小作別農家の関係(単位戸)

昭和24年	自作地主	自 作	自小作	小自作	小作	計
終戦時						
自作地主	21	49	3	—	—	73
自 作	—	192	—	—	—	192
自小作	—	81	115	2	—	198
小自作	—	64	96	22	—	182
小作	—	40	58	32	14	144
非農家	—	9	1	1	7	18
計	21	435	273	57	21	807

備考 1. 昭和24年農地調査票による。
2. ここでいう自作地主は、保有限度の貸付地を有する農家。

それでは改革後の小作地がどのような規模階層によって耕作されているかを第8表及び第9表でみると、戸数においても小作地割合においても、自作化の著しいのは主として1.5ha以上の階層であり、1.5ha未満の階層にはいまだに3割内外の小作地が残されている。その程度は30a未満層を除けば零細なほど小作地の割合が増加する。

第8表 経営規模別にみた自小作別農家戸数割合(単位%)

24年	自作地主	自作	自小作	小自作	小作	計
終戦時						
30 a 未 満	—	65.0	12.5	2.5	20.0	100.0
30 ~ 50 a	3.8	48.1	15.4	17.3	15.4	100.0
50 a ~ 1 ha	0.6	39.1	42.3	15.4	2.6	100.0
1 ~ 1.5 ha	2.4	34.1	55.7	7.8	—	100.0
1.5 ~ 2 ha	1.6	60.2	34.4	3.2	0.6	100.0
2 ha 以上	6.0	84.9	8.5	0.6	—	100.0
計	2.6	53.9	33.9	7.1	2.5	100.0

備考 1. 昭和24年農地調査票による。
2. 自作地主は保有限度の貸付地所有農家。

第9表 22. 24年次の経営面積別小作地率(単位%)

経営規模	30 a 未 満	30 ~ 50 a	50 a ~ 1 ha	1 ~ 1.5 ha	1.5 ~ 2 ha	2 ha 以上	計
年次							
昭和22	42	54	56	47	33	15	33
昭和24	17	34	27	29	11	3	12

備考 昭和22年臨時農業センサス及び昭和24年農地調査票による

このようにして前表と併せて考察すると、零細な旧小自作農及び小作農の一部が現在もなお小自作農及び小作農の主体をなしており、その小作地の割合は平均3割にも達することが明らかになった。すでに地主的収取関係が消失した現在、小作地の残存そのものは過大評価されるべきではないであろうが、これらの関係を媒介にして結ばれる部落内の諸人間関係の性格と役割は、決して無視されるべきものではないであろう。

3. 土地改良前の水利慣行

1. 分水・番水の慣行

対象地区内で最も大きい水系である滝名川を中心に、水利事業前の水利慣行について考察してみよう。この川は全長19km、比較的勾配の急な小河川で、志和・赤石・水分・古館・日詰の1町4カ村にまたがって1,150haのかんがい面積をもち、大小25の堰によって利用されている。いまその概況をしめすと第10表のとおりである。

第 10 表 滝 名 掛 各 堰 の 概 況

堰番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
堰名	関根	高水寺	野沢	弥勒地	寺	大松	八幡	川崎	馬場	御堂	上杉下	関口	新里
かんがい面積(ha)	1.3	458.7	150.4	5.8	47.9	18.7	24.2	5.8	13.5	4.2	64.2	6.9	10.3
石高(石)	8	2,750	819	40	590	60	100	50	70	25	492	42	50
番の数	0	2	2	0	2	4	5	4	3	5	9	?	3
堰番	14	15	16	17	18	19	20	21	24	25	26	27	参考 9番まで は表水で 10番以降 は流入水 を利用し た22, 23 番は廃止
堰名	和田	糠塚	新田	宝木	佐藤部	梅田	京田	白欠	中川原	下川原	下越田	坂本	
かんがい面積(ha)	14.3	52.5	50.8	11.6	95.8	31.6	13.6	22.0	2.5	3.2	19.0	23.0	
石高(石)	153	500	118	34	992	250	96	240	20	30	61	135	
番の数	5	7	7	3	?	5	?	?	?	3	?	?	

備考 1. 山王海土地改良区，志和村資料及び古文書による。

2. 石高は古文書掲載のものを示す。

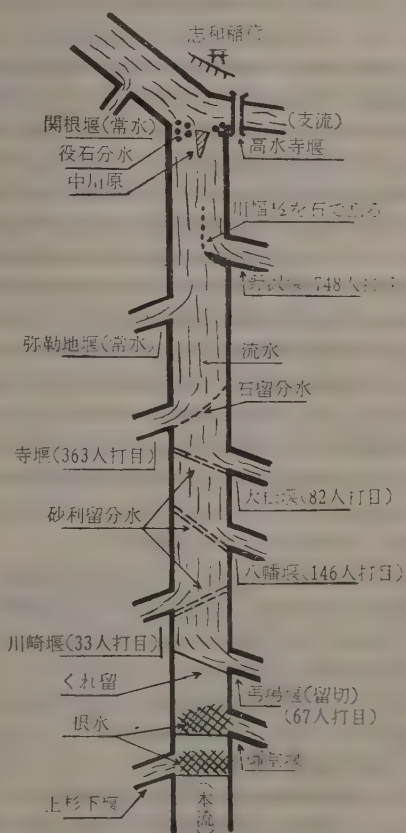
堰は上流から1～9番の「表水」(流水)利用と10番以下の「根水」(伏流水)利用の2つに大別され、流水は9番馬場堰で完全に留切られる。この地帯は一般に湧水が多いという特殊な自然条件もあるが、この「根水」は慣行による流水の留切によって作りだされている伏流水である点で一般の伏流水と区別される。

一方、上流9堰間には、さらに第2図に示すような一定の分水慣行がある。上流の関根・弥勒地の2堰は「常水」といわれて自由取入たの権利があるが、その他の堰は「打目」(面積の古い単位)を基準として分水される。すなわち、滝名川の分水慣行は単に上流が絶対的に有利であるばかりではなく、流水利用堰間の分水慣行も明らかに不均等である。

なお分水にはすべて石が使用される。その石の大きさ・並べ方等は堰毎に一定しており「石留」・「砂利留」などと呼ばれる。したがって、その分水比は経験と勘によって維持されるものであるだけに、実際には可成り不正確なものであったものと考えられる。

これに対して、下流各堰は伏流水の利用であるために分水慣行はなく、したがって、堰の相互関係も、上流に比べて独立的であることを特徴としている。一方、その用水量は上流に比べれば絶対的に不足であるが、伏流水の自然的特徴から必ずしも上流の流水量に直接に影響されないという特殊性をもっていた。

この慣行はすでに 300 年以上の歴史をもっているだけに、その成立過程は資料的には明らかでないが、開港年代の差とこの上流優位の慣行とは相当関係が深いものと考えられる。一方各郷の水利慣行の形、内容等にもこの不均等な堀開分水慣行の反映として、地域的なちがいが



第2図 滝名川の分水略図

あるが、代表的な事例として上杉下堰の場合をのべてみると次のようである。

まず堰掛は上流昼水地区と下流夜水地区に2分され、上流は昼水利用、下流は夜水利用というように昼夜交互に番水される。水利権の単位は「刈数」であらわされ、昼水14,585刈、夜水35,307刈となっている。これに対して実際のかんがい面積も、昼水20 ha、夜水44haと、刈数の場合と同様に夜水地区が昼水地区の倍以上となっている。昼水地区は、さらに3番、夜水地区は6番に分けられる。番毎の水利権の大きさは昼水1番3,845刈、2番5,240刈、3番4,510刈、夜水1番7,510刈、2番7,210刈、3番6,360刈、4番4,470刈、5番5,057刈、6番4,700刈とそれぞれ不同になっている。さらに各耕地は一筆毎に刈数単位の引水権をもち、一定の分水点(土井・互・他界等という)に設けられた分水施設(胴木・掟木・定規・土井木等という)を経て配水をうける。

ところで、水利権の単位になっている「刈」というのは、往時の収穫量の単位であって、同じ面積では当時の上田に多く、下田に少ないものである。したがって、これを水利権の単位にしているということは、当時の上田に有利で下田に不利な慣行だということになる。つまり分水慣行は、耕地1筆にいたるまで不均等になっていることが理解できる。一方昼夜水の交替は、日出・日没時間を境としているため、実際のかんがい時間は昼水に長く夜水に短い。なおその交替時間にだけ各々1時間位ずつかんがいできる「堰合」地区が昼夜両地区ともにあるが、これは一種の緩衝地帯の性格をもつものと考えられる。

以上の分水慣行の形はもちろん堰によって多少のちがいはあるが、滝名川水系の各堰の分水慣行のほとんどの場合が網羅されている事例であるといえる。つまり堰内の分水・番水の慣行は、滝名川の堰間分水慣行と同じように上流優位であり、また耕地1筆にいたるまで不平等性をもって貫かれていることが理解できる。

ただここで注目すべき点は、この不平等性は部落内の問題になるほど矛盾として意識されていない傾向があることである。たとえば番毎水利権の差異は有効水量の均等化のためのもの(複雑な地形・地質を考慮して)と説明されたり、1筆毎引水権と面積の不一致の関係が案外農家に知られていないこと等がそれである。しかし、このように水利慣行の内容が不平等だといっても、それは必ずしも慣行の制度的欠陥に帰すべき問題ではない。それはむしろ水利慣行が稲作の生産力の発展に対応することなしに、いわば固定的に維持されてきた仕組み(生産関係)そのもののうちにある。

われわれが集め得た水利帳の最も古いものが、明暦2年(1656)の写書であることや、寛文12年(1672)八戸・南部両藩間に取り交された「紫波水分被仰合写書」の内容からしても、この水利慣行の歴史の長いことは明らかであるが、これが領主権力によって明確に成文化され規定されたのは、上記文書が最初であると考えられる。この文書は同年現志和村が4カ村5千石の封地として南部領から八戸領に封じられるに当って、以後両藩にまたがって利用されることとなった滝名川の利用方法について親藩関係下の両藩の利害対立の未然防止の目的からすでに農民の間で行なわれていた水利慣行を規定したものである。

紫波水分被仰合写書

大膳太夫様御領紫波郡内武太夫様御領分
御境塚被仰付双方より出合相極候申定条々

1. 滝名川より堰ヒロ双方二七カ所有之候間堰留様茂水引候儀茂水旱之時は不及申、不斷も従前有来候通可仕と申定候附、相互新堰立間敷候。右之外上平沢之内鬼清水掛如前々双方水引可申相定候事。

1. 瀬川村葛丸川より南片寄村北片寄村茂淵村南越田村へ之水掛、志和堰上ロ依従前有来候様御水引可申候。右堰之下に富沢村へ之堰在、若此堰洪水に而破損仕水於上兼は、志和堰之上元来より富沢村之古堰に而在之候間、代堰は志和堰之上に一堰相立申候。右代堰之外志和堰之上に新堰立申間敷被相定事。

1. 双方堰数堰上ロ二八カ所、今以後双方之新田被申候とも、水干之節は本田之構に不成様水引可申候。於右二八カ所之堰口洪水に而破損仕水於上兼は、双方相談を以勝手能所より代堰相立可申候。尤古来有来候外堰口切広申間敷と相定候事。

1. 依山王海山前々出候春木今度新規に春木まで高水寺堰流申候定。但春木流申に付堰端御境塚に破損仕候は、春木流に候者ともに破損繕可為と相定候事。

1. 滝名川稲荷之前中川原之下より野沢堰口迄、下は新野口続より海道渡之上川原之双方塚迄の間唯今迄川筋若洪水に而一方へ片寄申候はば、相互見附次第川除普請仕本川川筋に水通可申と相定候事。

1. 三月中旬より八月迄は田地為用水如何様之候候とも、双方堰上ロに留相互為破申間敷候。尤両御領水懸之堰々之内、双方へ用候堰普請仕候時分水掛之地主とも双方高次第人足出普請可為仕候。但水掛之百姓斗に而普請成候候時は、双方役人出張之上加勢出参百姓可為仕と相定候事。

1. 今後双方罷出見分之上相極申候。南は志和稗貫元

来之御境成淵堤之上より二つ森之下迄野統、北は野沢堰口より油田新野切、下は新野梨留より大道滝名川之上まで川切、東は滝名川之より犬淵堤之上まで古堤切、西方山は二つ森より嶺続水落次第山王海山辺り三つ石より稲荷上まで、下は堰口之上に双方より川挟上下に塚あり、稲荷の前八戸御領之内春木場中川原に双方之塚、高水寺除堰より野沢堰口まで滝名川端に盛岡御境塚有之、下御領内古館村之内盛岡御領新山権現蔭山在之候に付、前々より有来候通双方より相改境塚爲築申候。右之所々吟味仕御境塚相極申候事。

1. 双方御領分所々御境塚新野迄、若以来破損仕候節は双方塚改に相談爲繕可申と相定候事。

1. 今度御境塚御建被成候に付、双方入込田地御取替被成候村高目録、百姓小者御帳並御境塚数、間数、野付御帳品々重判仕双方取置申候事。

右之条々双方吟味之上相極候。書面趣雖後々末々全違背有之間敷依而如件

寛文十二年 壬子六月十七日

四戸金左衛門 重判
氏 家 半 助 重判
江刺家兵左衛門 重判

(志和村 細川久氏蔵、傍線は筆者)

この取り極めは水論関係の記録からもうかがわれるように、以後維新まで権力的な基礎と両地域間の力関係の均衡の上に守られてきたものと考えることができる。しかし、慣行が長期にわたって固定されたのはたんにこのためばかりではない。慣行がこの協定を契機として固定化した後では、その固定化が原因となって正確な分水施設の設置が阻まれ、またそれが逆に慣行の固定化をうながすといった悪循環的な因果関係もまた非常に大きい原因である。また、用水の取り入れ量に直接影響を与えるという意味で、慣行の主要部分であるところの分水施設や番水の交替基準等が、前述のように不正確なものであ

ったことが、逆に慣行を維持する役割を果たしていたこともあげられよう。

つまりその区分のあいまいさは、力関係の如何によっては慣行の大義名分のたてまを崩さないままに、実質的には幾分変更できる余地をもっているという意味で、鋭い対立関係に一種の緩衝作用を果たしてきたからである。この点は本支流の分流点である稲荷大口前の代表的な水論の記録に、権力的調停の際の実際の流量比が3分7分から7分3分位までの振幅をもっていたこと。しかもこの偏りは水論によって絶えず是正される方向に動いていたこと。両方の主張が毎年一定していたこと等がみられることから明らかである。

さらに各堰内部の番水慣行は、前述のように相互々恵的な制度として意識される傾向が強いが、これが後述の堰の管理機構の性格とも相まって、逆に水利慣行変革の阻止要因となっている点も見落されない。

2. 維持及び管理の方法

堰の維持管理は世襲を原則とする「水頭」を中心として行なわれる。水頭は各堰の番毎あるいは支堰毎にそれぞれ1～2名ずつおかれ、堰管理上のあらゆる権限をもっていた。したがって、この水頭層の性格を知ることとは、堰管理の性格を知ることでもある。いま農地改革前における水頭層の土地所有状況を示すと第11表のとおりである。水頭の土地所有の特徴は、第1に経営・貸付とも規模が大きい程総戸数に対する水頭戸数の比率が高いこと。第2に、2～3町程度の自作農及び零細貸付地所有者に相当の集中をみせていること等である。すなわち、水頭農家は、零細貸付地を所有する在村自作地主層が中心だといえよう。

いま管理の内容を示すものとして、上杉下堰の規約書（堰の水利慣行が成文化されている唯一つの例である）を次に掲げよう。

第 11 表 水頭農家の経営及び貸付面積とその階層別比率（単位 戸）

経営面積 貸付面積	な し	0.5ha以下	0.5～1ha	1～5ha	5ha 以上	計	村	
							戸 数	比率(%)
1 ha 以下	9	—	—	—	1	10	245	4.1
1 ～ 2 ha	24	13	2	4	1	44	381	11.6
2 ～ 3 ha	10	12	6	10	2	40	144	27.8
3 ha 以上	—	2	4	2	1	9	26	34.6
計	43	27	12	16	5	103	—	—
村 戸 数	542	143	50	54	7	796	—	—
比率(%)	7.9	18.9	24.0	29.6	71.4	12.9	—	—

備考 昭和22年臨時農業センサスによる。比率は村戸数に対するもの。

紫波郡志和村上杉下堰屋間給水整理組合規約

第1条 本組合は組合員共同一致し徳義を重んじ水田灌漑水を整理統一し稲作の改良増収を図ることを以て目的とする。

第2条 本組合は志和村上杉下堰の屋間給水を受くる耕作者を以て組織し、其水田面積を以て区域とす。

第3条 本組合関合惣代式名水頭参名を置く。

第4条 関合惣代及び水頭の任期は永久とす。

第5条 水頭は関合惣代の指揮監督を受け、常に水路の見廻、小破損の修繕及び灌漑水口の開閉に従事するものとす。

第6条 灌漑水の配当の期間は、毎年水上げの場合、出席者の決議を以て之を定む。

第7条 組合員各自の給水量及び給水順序は旧慣により之を定む。

第8条 本組合員は第6条及び第7条の施行に異議を唱へ、又水頭立会の許可を得ずして、灌漑水口の開閉を為すことを得ず。

第9条 総会は毎年1月之を開き、又臨時総会は関合惣代水頭必要と認めたる場合、又は組合員3分の1以上より其目的及び理由を示して請求ありたる時之を開く。

第10条 会議は組合員2分の1出席に依り成立するものとす。但し同一事件につき召集再回に及ぶも尚其人員に充たざる場合は、此の限りにあらず。

第11条 総会の決議は出席組合員の過半数を以て之を為し、可否同数なるときは関合惣代之を決す。

第12条 会議の議案は関合惣代之を提出す。

第13条 総会の議すべき事項は概要左の如し。

1. 前年度決算認定の件
1. 次年度予算の件
1. 経費現品の分賦徴集の件
1. 其の他重要事項

第14条 会議の議長関合惣代之に当る。議長は会議の議事録を作製すべし。

第15条 本組合の経費及び現品は区内の水高に課し、毎年12月10日限り水頭にて徴集す。

但し工事の時は人夫出勤すること。出場時間は午前8時迄とす。午前8時以後の出場者及び定年未満の人夫は分付とす。

第16条 本組合員は第8条に違反したる場合は上酒壺斗鯿1把を違約品として徴収す。

但し違約者は給水壺廻りを差留むるものとす。

第17条 新に組合に加入し或は脱退せんとするものは、

総会の承認を受くべし。

第18条 本組合員にして此規約実行を妨ぐるの行為ありたるときは、総会の決議に依り除名することあるべし。

附 則

第19条 本規約は明治45年7月1日より施行す。

右規約の条々を遵守すべき事を宣誓し左に署名捺印す。

明治45年7月3日

(以下関合惣代2名水頭3名堰子32名署名捺印)

水頭の権限は以上に明記されている外「水割帳」の保管整備・堰費用の立替・対外折衝の一切等のあらゆる分野に及んだものである。なお、堰管理上の特徴ある点を指摘すれば、

1) 水頭の権限は絶対的だが必ずしも独裁的ではない。この点はたとえ水頭や地主であっても、水利慣行無視の行動は許さなかつた紛争の事例からもいえる。

2) 堰の費用は水高に応じて土地所有者の負担であるが支出の大半は堰はらい後の堰子の寄り合い費用である。いわば部落協議費と水利費が未分離の状態である。たとえば、何等の補水設備をもたなかつた糠塚堰の大正15・昭和6・8・13・14年の5カ年平均支出内訳は、材料費28%・酒肴代70%・税金2%である。

3) 賦役は戸数割りであつて、費用における土地所有者負担の原則は貫かれていない。しかし、用水不足の慢性化から、水引き(番の日に取り入れ口まで水迎えにいく労働)・川堀り(伏流水を確保するため川床を堀り下げる労働)・夜警等の賦役は、とかく恒常的な村仕事のように意識され勝であるし、また前記の寄り合いが地主の恩恵的な追加負担によって、この矛盾を解消するための集りであるかのように行なわれていることも加わつて、戸数割りの不合理性はほとんど表面化していない。

4) 罰則の内容は非常にきびしく、用水は完全に堰ににぎられた形である。しかしこの統制事項による処罰の事例は、調査の範囲では非常に少かつたが、そのことは統制の無力というより、むしろ統制のきびしさの結果だと考えられる。

以上の内容をもつた水頭制度は、明暦2年の水割帳写本にも、すでにその名がみられるように、非常に古い制度であり、また前記分水慣行と同様にほとんど固定的に維持されてきたものでもある。一方彼らは、封建制度下にあつては、部落の本百姓上層として部落秩序の中心であると同時に、一部は肝入・老名等いわゆる村方役人衆として、領主支配機構の末端に連なるといふ性格をもつ

ものであった。この点は若干の水頭の系譜からも知られる。

それならば、この水頭層の固定化はどんな理由によるものであるか、またそこには全く変化がみられなかったものであろうか。考えられる第1の点は、水頭制度が領主支配機構に連なっている限り、水頭一堰りの関係は身分関係により近い性格をもってくる。封建社会の特徴である身分関係の安定は、すなわち世襲の基盤であったであろう。第2に、彼らが高頭層であったという土地所有ないしは経済力の優位性は、その属性としての従属的諸関係や費用の立替能力等の点で、貧農層の水頭への進出を阻止した。第3に、こうした諸関係は、彼らがまた旧家・本家等として部落の身分関係の頂点に立つことをも意味する。第4に、彼らは特殊の経験と技術を必要とする配水技能者である点で、かけがえのない人間でもあったこと。たとえば、上杉下堰昼水の水頭の選出条件には特定耕地を耕作する者という不文律がある。それは「土井」に隣接し、またその土井から水を取り入れる耕地であって、その耕作が選出条件となっているのは、土井

の監視・管理が容易であるとの理由によるものである。こうした技術的要因によって水頭の交替が阻まれていた点も注意しておいてよいだろう。前掲第11表にみられた9戸の貧農の水頭農家は、こうした理由に基づく身分と土地所有の不一致の現象として理解される。しかしこの現象も、長期的には矢張り一致する方向へと修正されているものとみられる。第12表の例によれば、水頭制度と土地所有の関係は、最も密接であることが理解できる。事実近年においては、水頭の選出条件として、堰内最高水高所有者（但し自作者に限る）という形に明らかに改められている和田堰の事例もある。すなわち、水頭制度は土地所有関係に内包されることによって、その存続の基盤を確保し得てきたものといえよう。

それならば、農地改革はこの制度に対してどんな影響を与えたであろうか。1例を上杉下堰掛農家が大半を占める高田部落にとってみよう。第13表によれば、水頭層の農地改革前の土地所有の優位性は、改革後においても相対的に大きく崩れていないことが明らかである。すなわち、土地所有の部落内における序列・保有限度に近い

第12表 梅田堰の各堰水頭の土地所有の変遷

番	慶応2年 (1866)			大正14年 (1925)			昭和22年 (1947)		(1955)	備 考
	石 高	順 位		石 高	順 位		所有面積	経営面積	経営面積	
		堰 内	番 内		堰 内	番 内				
	石			石			a	a	a	
1	15.6	4	2	4.3	21	3	(365)	(336)	(323)	交 替 世 襲 " "
2	27.7	1	1	20.0	1	1	63	507	430	
3	12.0	8	2	6.6	13	1	157	173	?	
4	4.0	13	5	5.0	18	11	64	170	165	
5	14.0	6	2	12.5	5	2	255	255	111	

備考 1. 梅田堰水高割合帖，世界農業センサス，臨時農業基本調査による
2. 慶応2年，大正14年は梅田堰掛だけの石高，以後は属人全面積()は交替者の面積。

第13表 高田部落水頭層の農地改革前後の土地所有状況

水頭である堰名	農地改革前 (昭22)			部落内の順位	農地改革後 (昭28)			部落内の順位	小作農家戸数	水利権の大きさ	本分家関係		
	所有地		貸付地		所有地		貸付地						
	a	a			a	a							
上杉下・新里	871	262	609	1	356	275	81	1	②2	②2	9.5	%	N本家
	777	253	524	2	339	240	99	2	②8		10.4		K "
	573	262	311	3	318	242	76	5	②2	②4	8.6		A "
	412	240	172	4	327	235	92	3	②4	②4	—		
上杉寺	372	250	122	5	297	241	56	6	②3	②1	4.5		M分家
	233	209	24	8	232	208	24	9		②2	—		A "
	208	181	27	9	(200)	189	?	12	②2		8.2		

備考 1. 昭和22年臨時農業センサス及び昭和28年農地調査による。
2. 部落総戸数35戸のうち水頭である7戸についてだけ掲げた。「水利権の大きさ」とは(所有水利権)÷(上杉下堰昼水全水利権)×100で出した。(改革後)また②は部落外③は部落内農家をしめす(改革後)。

貸付地の保有・小作農家戸数の大幅な残存等、水頭の土地所有の相対的優位性がなお認められる。まして水利慣行をはじめとする部落共同体的な諸関係は、もともと改革の対象外の問題でもあるし、水利慣行の物的基盤である用水不足も依然解消されないままである。

したがって、考察を農地改革後の一時期に限定すれば農地改革はこの水頭制度に対してさほどの影響を与えなかったともいえる。しかし、農地改革によって旧来の地主制が大幅に退潮した以上、旧来の生産関係を支える支柱としての役割をもつ水利慣行の性格にも、この改革はその質的転換の契機と条件を作り出したものと考えなければならぬ。もちろんこの点は今後の検討を要する問題である。

なお、滝名川自体の管理は、固定的な施設をもたなかったこの川の特徴から、恒常的な管理機構によることなく、必要のつど水頭惣代格の者による談合によって行なわれてきた。もちろん、封建時代には領主一代官、目付一下代一名主の線を通じて、また維新以降は知事一郡長、警察署長一町村長、駐在の線によって、それぞれ上部支配権力の介入があったが、いずれも、直接支配というよりは、上述の農民による自主的管理を、それぞれの支配目的のために権力的に利用するといった介入の仕方であったと考えられる。したがって、その管理上の役割も、談合の強制・水論の鎮圧・強制調停等といった範囲に止まる場合が多かったようである。

3. 慣行の固定化と矛盾の発展

上述のように、水利慣行がほとんど固定的に存続してきた結果、それは必然的に稲作生産の発展に対する阻止条件に転化していった。この点をやや具体的にのべてみよう。

堰数・取り入れ口の位置・取り入れ施設等の固定や代堰の制限などの慣行は、河床変化の激しいこの川の自然条件にみあった規制でなかったことから、堰の廃止・統合や廻水（くれ水、もらい水）等が発生し、川堀り労働が強化されるとともに用水不足の地域差が拡大した。

また用水の古田優先・新田の無権利といった慣行にもかかわらず、第14表の推計からも知られるように、開田は一貫して進行してきたが、これが用水の地域差をより深め、稲作生産をより不安定化したことは争えない。それでも稲作の技術水準が湿田農法であった大正中期頃までは、その不安定性の程度はなお軽かったともいえるが昭和初期に大体一般化したこの地方の乾田化は、この用水不足の矛盾を決定的な段階まで深めたものといえよう。明治末期から大正末期にかけての水論の激しさ・頻

第14表 開田進行の状況

内 訳		推定面積	平均指数
区 分		ha	
表	本 流 7 堰	82.8	145
	支流（高水寺）	166.7	157
水	上 流 9 堰	250.0	153
	下 流 16 堰	81.7	124
根	内		
	10～15番堰	18.2	106
	16～20番堰	45.4	128
水	訳	18.1	135
	20～27番堰		
藩別	旧 盛 岡 領	255.3	149
	旧 八 戸 領	75.6	125
総 合 計		330.9	141

備考 1. 八戸分封の際の堰毎石高と事業直前のかんがい面積の比較推定である。

2. 改良区資料、古文書（佐藤所蔵）による。

度・早害の程度等は、この点を裏書きするものである。滝名川の水論といわれるものは、高水寺堰の分流点において、同堰と本流表水7堰の間で繰返されたものである。このことは、水利慣行上絶対的に有利であった上流各堰においてさえ、用水の不足・不安定が相当のものであったことを示している。

これに対して根水各堰では、積極的には水論に参加しなかったが、これはたんに分水慣行上上流と無関係的であったことによるもので、その不足の程度が激しかったことはいうまでもない。すなわち、滝名川の用水不足の問題は、たんに下流だけに限定された問題ではなかったのである。ところで、こうした開田や乾田化等の進行＝矛盾の増大は、一般的には貢租・小作料などの重さ・米価の高騰・商品化の進展等から説明されるべきであろうし、また早害によってひき起された乾田化や、乾田馬耕等も一つの契機として上げることができるであろう。

しかし特にここで注目したい点は、その矛盾を内部的に支えてきた小河川のもつ自然的特殊条件である。つまり小河川は、流量の不確定性のゆえに、矛盾を内攻的に増大させながらも、平年における流量の最大供給能力の限界まで、こうした進行をささえることができるという点である。以上の諸矛盾の増大と慣行の固定化は、必然的に水利事業への胎動をうながす条件となったことはいうまでもない。

4. 水利慣行下の稲作生産の構造

いまだで、われわれは調査対象地区における農業構造及び水利慣行の主として制度的内容・性格をみてきた。

ここでの調査は上杉下堰を中心にとったが、実際に堰に集中して経営される農家は少数に過ぎないために当初意図した調査方針を貫くことができなかった。なお以下では、自作率の高い層を上層農家、小作率の高い層を下層農家と呼ぶことにする。ちなみに、昭和22年臨時農業センサスによって、志和村の自小作別農家の1戸当り平均経営面積を示すと次のとおりである。自作1.76 ha 自小作1.49 ha, 小自作1.31 ha, 小作0.91 ha。

2. 稲作生産の構造

1) 苗代

俗に苗代半作といわれ、稲作生産にとって苗仕立の良否は、稲作りの重要な鍵といわれている。とくに旱害と冷害の2面から強い規制をうけていた志和村の稲作生産にとって、薄まき健苗・保温折衷苗代等の苗代技術の持つ意義は、きわめて高く評価されよう。

いま聞き取り調査農家について、その苗代形態をみると通し苗代が支配的であり、昼・夜水地区17戸を通して、保温折衷苗代は1戸(後述第32表参照)を除いてはみられない。なお通し苗代の坪当り播種量は、昼水地区平均0.86 kg (5.7合)、夜水地区平均0.75 kg (5.0合)となり後者が若干少いという違いはあるが一般に厚まきであることを特徴としている。

この堰の番水の期間は、その年の降雨状況によっても多少のちがいはあるが、一般に代播き期以後2〜3ヵ月、つまり仕付水養水の全期にわたった場合が多く、水論のなかった年でも養水はほとんど番水だったとみられる。ただし苗代水の番水はまずなかったといってよい。しかも番水は、昼水地区では3日毎、夜水地区では6日毎の番水である。したがって、番水が行なわれる場合にはいつでも自由に代播きし、田植するというわけにはいかず、一般に長期間にわたった断続的な晩植傾向になることを覚悟しておかなければならないし、一方晩植程度苗の本数を増加する必要があるので、充分な苗の確保は適応技術として非常に重要な前提となる。したがって、苗不足を来す心配があるような薄まきは事実上困難となる。

すなわち、苗代の設計は常に田植の断続・長期にわたることを念頭においてしか組立てられない。また、この地方の用水不足の時代的特徴から普通苗代水に不足することは少ないが、一たん代播き期に入り本田用水との競合から用水量が激減すると、苗代水にも水不足を来す場合がある。そのような場合には苗代の雑草も多くなり勝ちなために、薄まき苗代の苗は雑草負けになることが多く、したがって、苗代水の不安定にともなう雑草の繁茂を防ぐためにも、薄まき栽培は不適当であった。

一方薄まきは、多大の労力を要する欠陥ももっている。田植時期の水の不安定、したがって、用水条件さえ整えばできるだけ速に田植をしなければならないという条件の下では、田植能率の向上が緊要である。このことを念頭におくならば、薄まきはますます疎外される。厚まきはまさに以上の諸条件から強制された技術といえよう。

また、保温折衷苗代も長期間にわたる田植であれば、むしろ徒長した老化苗が多くなるだけで、容易に保温折衷苗代の効果を期待することはできなく、その導入はあまり大きな意味をもたなくなる。すなわち、旧水利慣行のもとでは苗代技術はいずれの層もそのわく内に固定され、そして新技術の導入を困難にしていることが理解できる。

2) 代播き、畦塗り

「代播き作業の研究は、水持ちにビントを合せて研究すべきである」¹⁾といわれるほど代播き作業と水持ちとは密接な関係があるが、ここでもその例外ではない。すなわち、ここでの代播きと畦塗り作業は、少量の水をいかにして漏水させずに有効化するかという意味から、とくに念入りに行なわれる。

いま聞き取り調査農家についてそれぞれ地区別にその回数を算出してみると、昼水地区では荒代6.8回、中代1.6回、植代2回の計10.4回、夜水地区では荒代5.8回、中代1回、植代2回の計8.9回と、その延べ回数は10回前後に及ぶのが普通で、きわめて丁寧な代播き作業が行なわれていることがわかる。なお、夜水地区では昼水地区に比較してその代播き回数がやや少いのは、引水条件が悪いが土壌の保水力が強く、そのため却って代播き回数が少くなっているのである。

さらに、ここでの代播き作業の特徴は、たんにその回数が多いばかりではない。用水量が非常に不足するときには水をできるだけ活用するために、もともと小さい1枚の圃場をさらに数区に分割して代播きする方法もとられるし、また代播きはその時の田植可能面積に応じてそのつど実施されることのためにも、きわめて狭い面積の代播きが行なわれがちのことである。このような作業のやり方は当然作業能率を著しく低め、多大の労力を要することとなる。

3) 田植

東北地方における田植の適期は従来きわめて短く、その適期の喪失は苗の活着や分蘖に直接影響し、稲熱病の危険をはらむ。したがって、収量に対する影響もまたきわめて大きい。当地の田植適期は大体5月下旬〜6月初

旬といわれている。しかし、田植時期の用水は水利慣行によって自由にできないために、現実には田植適期を失うことが多く、一般に断続的かつ長期的であり、しかも年次によるふれが大きいというきわめて不安定な様相をたどるであろうことはいうまでもなからう。

ちなみに、下流の19番梅田堰を使用する岡田部落のH農家（経営面積、田2.6 ha、畑0.7 ha）の雇用及び手伝いの記録簿によって、年次別の田植状況を示すと第16表のとおりである。すなわち、田植の実施日数は1週間前後に過ぎないが、田植期間は40日以上にも及ぶことがあり、田植実施日数と田植期間の差が非常に大きく、とくに29年に対比するとその相違は甚しい。これによってもこの地方の田植がいかに断続的であり、長期間にわたるものであるか、また年次による不同性がはげしく、田植が非常に遅延するものであるか、その不安定性の著しいことが理解できよう。

しかし、このような田植時期の不安定性は、上流と下流、あるいは農家階層の相違では経済力の相違及び水利慣行のもつ性格によって、おのずと相違をうみ出さずにはおかないであろう。第17表は早ばつ年次である昭和24年度の田植のおくれを示すものである。

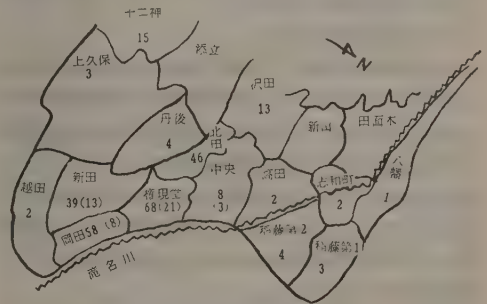
第1に、昼水地区では6月20日における植付け未了田は②だけで（植付け未了率8.2%）例外的にしかみられないが、夜水地区では全戸に植付け未了田がみられ、6月25日現在にもなお植付け未了の農家が4戸もみられる（その植付け未了率は、⑩86.1%、⑭16.7%、⑯39.0%、⑰82.2%）。水利慣行の上流・下流の地域的不平等性が明かに投影されている。

第2に、階層別には、必ずしも一つの傾向を見出すこ

とはできないが、⑩を除いては⑯・⑰の小自作及び小作農家の植付け未了率が目立って高いことは、下層農家ほど植付け遅延の傾向にあるものと考えられる。そこで、以上のような相違がはたして一般的なものであるかどうか、さらに広範に検討してみよう。

第3図は、部落別に植付け未了率を算出し図示したものであるが、上流は早く、下流は6月末になっても、なお植付け未了田を残している。すなわち、前記第1の地域的不平等性が一般的な事実として理解することができる。次に自小作別にみると（第18表参照）、部落によっては必ずしも自作地主・自作……という序列通りになっていないが、一般に下層農家ほど植付け未了田が増加する傾向が強く認められる。

では、このような相違をうみ出した理由は何であろうか、第1に、地域的不平等性をもつ水利慣行、第2に、階層別不平等性をもつ引水権、第3に、揚水機所有の有



第3図 部落別植付未了（S.24）

凡例：1. 数字は6月20日植付未了率を示す。

2. () 数字は6月25日植付未了率を示す。

第16表 田植の断続、不安定性（H農家）

年次	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	29
田植開始日	2	(28)	7	(27)	(25)	(29)	6	10	9	6	5	8	3	13
田植終了日	19	19	27	[7]	15	[7]	21	23	28	17	16	13	25	15
田植期間数(A)	18	23	21	42	22	40	16	14	20	12	12	6	23	3
田植日数(B)	4	6	7	10	7	11	6	7	10	6	4	5	11	3
A	14	17	14	32	15	29	10	7	10	6	8	1	12	0

備考 田植の開始日，終了日共に6月における日を示す。ただし()は5月，[]は7月。

第17表 昭和24年6月20日現在夜水農家の植付け未了状況（単位：%）

農家番号	10	11	12	13	14	15	16	17	平均
植付未了率	76.0	86.1	45.8	57.2	35.8	95.9	20.4	100.0	64.8

備考 植付け未了率とは（植付け未了田面積÷本田面積）×100

第 18 表 部落別・階層別植付け未了状況(昭和24年)

旧 階 層	6 月 20 日 現 在 植 付 け 未 了								6 月 25 日 現 在 植 付 け 未 了							
	植付け未了戸数(戸)				植付け未了率(%)				植付け未了戸数(戸)				植付け未了率(%)			
	高田	中央	権現堂	北田	高田	中央	権現堂	北田	中央	権現堂	北田	中央	権現堂	北田		
自作地主	1(4)	4(5)	3(3)	3(4)	1.8	46.9	38.7	37.4	0	0	0	0	0	0		
	1(14)	11(14)	9(9)	7(10)	2.6	42.5	75.0	38.7	2	2	3	8.7	31.4	10.7		
自作小作	0(6)	10(14)	8(8)	9(9)	0	36.6	81.4	64.6	0	2	7	0	18.7	23.2		
	0(5)	9(10)	14(14)	6(10)	0	60.3	73.2	40.1	0	6	2	0	31.4	5.5		
小自作	1(7)	8(11)	8(8)	6(6)	2.1	74.3	80.4	52.1	0	2	3	0	10.7	21.2		
	3(36)	42(54)	42(42)	31(39)	1.7	49.4	69.8	45.7	2	12	15	2.8	20.5	11.2		

備考 戸数中()は総戸数。植付け未了率は第17表と同じい。

無、第4に位置の関係、第5に、慣行的自作地優先の田植(ただし現物小作料の時代で、農地改革後はこの差はない)等の諸点であろう。第1の点については、ある程度まで前に述べてあるからここでは省略して第2点以下について若干考察してみよう。

a. 上層優位の引水権

一たん番水になると、各農家の圃場には石高または刈数基準で分水される。したがって石数または刈数の大小は、引水量の多少・引水条件の有利不利を知る上で重要な指標となるが、この引水権が階層によってどのようになっているものか、上杉下堰についてはその全貌を知る資料をつかみにくかったので、15番糠塚堰について階層別にその関係面積と刈数から10a当り刈数を算出すると第19表のとおりとなる。

すなわち、2番及び5番水をのぞいてはいずれの番水も上層農家の10a当り刈数は多く、下層農家に少いという不平等性が認められる。しかし、現実にはその差異が農家間ではそれ程大きく問題にされなかったことも一つの注目すべき現象であろう。

これは、用水の不平等が地域的不平等として前面的に出ていたこと、個々の圃場の堰からの距離・水口の有

無・漏水度の差異・乾湿田の相違等の問題とともに引水事情の全般的な認識は、上層農家とくに自作地主層によって握られている水頭しかそれを知る機会もなく、耕作者一般は全くツンガ棧敷におかれている機構にこそ問題があろう。

すなわち、土地の立地条件に即応した合理的な配水慣行＝水利慣行と一般農民の間に意識されている水利慣行は、実は従来の生産諸関係を支えている支柱となっているものであるという点に注目しなければならないであろう。

b. 位置の関係

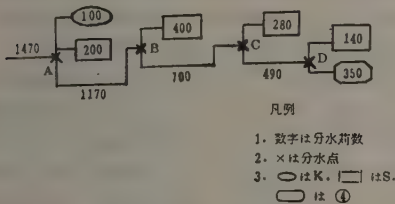
刈数の大小は、引水量の多少をつかむ最もいい指標ではあるが、一般に水路が不完全な場合には途中の浸透・流亡等のロスによって、下流の流量は上流のそれよりも少くなるのが普通である。この地区の堰もその例にもれない不完全な素掘りの水路である。そこで、同じ水口の幅一同一刈数一の場合でも、上流で水を受けるか、下流で水を受けるかによって、実際の引水量は異ってくる。13番新里堰の2番水を1例としてみよう。この番水の関係者は㊸・㊹及び聞き取り調査農家④の3戸で、㊸・㊹は22年においていずれも自作地主、④は㊸の分家であ

第 19 表 糠塚堰掛の番別階層別の10a当り刈数(単位刈)

旧階層	番	1	2	3	4	5	6	7	平均
自作地主		86(5)	—	—	—	—	—	86(1)	86(6)
自作小作		67(6)	44(2)	71(6)	59(5)	78(7)	91(5)	94(5)	84(19)
自作小作		66(3)	62(5)	72(4)	59(3)	77(4)	66(5)	64(2)	67(17)
自作小作		72(4)	68(8)	74(5)	59(5)	54(7)	71(7)	67(4)	66(17)
自作小作		66(3)	82(5)	51(7)	41(3)	87(3)	60(3)	53(3)	63(13)
参 考	総 刈 数(刈)	7,520	6,250	5,450	3,625	4,500	3,655	3,900	34,900
	権利田面積(ha)	10.20	9.48	8.00	6.53	6.43	4.90	5.27	50.81
	10a当り刈数(刈)	74	66	68	56	70	75	74	72

備考 () は関係農家戸数を示す。なお平均欄は合計であるが番水重複のものは加算していない。

る。各農家の当該番水の苅数は㊸は1,020苅、㊹は100苅、㊺は350苅で、10a当り苅数はそれぞれ58苅、60苅、98苅となり、㊺が最も有利な引水権をもっていることになるが、その配水順序を示すと第4図のとおりである。



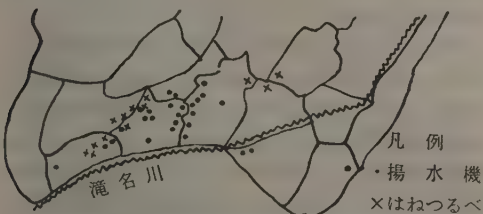
第4図 新里堰2番水の配水順序

すなわち、㊺の350苅分の用水は水路の最末端、D点ではじめて分水されている。したがって、10a当り苅数の大きい㊺の耕地の実際の引水量が、その小さい本家㊸の耕地よりも常に大きいとはいえない。そこには10a当り苅数と反対の結果がうまれる可能性もある。

c. 揚水機の有無

動力揚水は水利慣行のもとに固定化された用水量を人為的に改変し、水利慣行のわくを突き破るという可能性をもっている点で非常に大きな意味をもっている。したがって、ここでの揚水機の性能が2～3IP、口径2吋、井戸の深さ5m前後の浅井戸が一般的であり、また用水不足の年には地下水量も少かったために、たとえば㊸は荒掻き水としては30a位、植付後かん水としては50a位しかできなかったというように、その揚水量には自ら限界があったとはいえ、その稲作生産の面における役割は決して軽視できない。

このため用水不足を感じる地区・農家は揚水機の必要性が大きくなるのは当然であろう。聞き取り調査農家のなかでは㊸・㊹・㊺・㊻にみられ、夜水地区に集中していること、また上層農家に集中していることが理解される。



第5図 昭和24年6月15日現在地下水利用図(部落別)

ちなみに24年度について揚水機の施設状況を示すと、第5図のとおりである。最も用水不足のはげしい中央・権現堂・北田・岡田・新田等の諸部落に集中していることがわかる。さらに年次は不同であるが階層別に示すと第20表のとおりである。

第20表 部落別・階層別揚水機所有状況

(昭和17年)

階 層 部 落	経営規模別(台)				計	自小作別(台)			
	1 ha 以下	1 2 ha	2 3 ha	3 ha 以上		自作 地主	自作 小作	自作 小作	自作 小作
	1 ha 以下	1 2 ha	2 3 ha	3 ha 以上		自作 地主	自作 小作	自作 小作	自作 小作
稲藤第2	—	1	2	—	3	—	1	1	1
中央	1	1	1	1	4	2	—	—	—
北田	—	—	—	2	2	1	1	—	—
権現	—	1	1	2	4	2	2	—	—
堂田	—	—	2	1	3	—	3	—	—
新岡	—	—	1	—	1	—	1	—	—
越田	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計	1	4	8	7	20	8	9	2	1

備考 昭和17年冬期調査票による。

前記諸部落の上層農家に限定されていることが注目される。一方下層農家はこれに対して「はねつるべ」でくみあげているが(調査農家では㊸、㊹)、周囲に揚水機が設置されると大部分の地下水はその揚水機にくみとられ、1日の揚水時間も1～2時間に止まるという。要するに、揚水機の導入は下層農家のかんがい労働を一層強化することとなり、心身共に困ばいするというのが実情のようであった。

4) 施肥と品種

早ばつ年における多肥とくに窒素分の過多は、水稻の耐旱性を弱めることによって旱害の程度をより大きくするといわれている⁹⁾。したがって、用水事情がきわめて不安定で旱害のおそれが常にあるという条件下にあっては、被害程度を高める施肥はつしまなければならぬ。

施肥の制約はたんにそればかりではない。前記のような田植の遅延は稲熱病の多発の可能性をもっているし、また収穫期の遅延は冷害の可能性をもつといった条件を作り出すことも加わって、施肥はたえず控え目に行なうことが重要な対応技術となってくる。

また、早ばつによるかん水時期の遅延は乾土効果高め、したがって、それに対応した施肥法をとる必要があるが、その効果の客観的測定の困難性から、施肥設計はたんに肥料を控え目にするという程度にとどまらなければ

ばならない。

すなわち、用水を通じての施肥の制約はたんに施肥量の量的制限にとどまることなく（後述第33表参照）、計画的施肥技術を事実上採用不可能にしている点にも大きな特色をもっている。このような多肥に対する不安定性は、当然その対応策として少肥多収品種のかたよった普及をもたらし得よう。

たとえば、24年度について聞き取り調査農家の品種をみると、昼水地区では陸羽132号60%・須川28%・元老5%・その他となり、夜水地区では陸羽132号61%・須川24%・亀尾7%・六日早生5%・その他となっている。

5) 除草

用水の安定的確保の見込の少い条件下にあっては、当然除草のために落水するなどということは考えられない。したがって、用水不足が激しくて田面が乾ききったときはもちろんのこと、たとえたん水状態にある場合にも除草の能率は著しく低下させられていた。たとえば、次のような記録がみられる点からも充分理解されよう。

「大正14年度、田植時期水不足のため南前田は半夏（7月2日）まで植付かかり、その後も雨量不足にて田面白く割れ、田の草等はただ雑草を抜きとるのみに、田草取に多く人を費し候……」（①の小作米取立覚）。

「大正13年は降雪少く、春以来雨量頗る少なり。しかれども、仕付はかろうじて（当野沢堰は引水もなさず）終りしも、じらい旱天打続き、1番除草当時のごときも水量乏しく、下げ水をなさずして除草せるなど、また2番除草のごときは、3〜4反歩も実施せず、その例他にも珍しからず」（赤石村Tの記録）。

6) かん排水

ここでいうかん排水作業は、共同管理＝賦役の対象となる堰はらい・川堀り・水引き・水監視等から水見・溝堀り等の私的作業まで、広い範囲にわたるものである。

賦役は前述のように耕作農家の戸別割り負担であって、所有面積の大小に関係がない。堰はらいは夜水地区は取り入れ口から下流まで出役（上杉下堰では昼水約半日、夜水地区は1日出役、堰の共同体的管理の名目の下で下流地区農家への労働の転嫁）によって、上流地区農家の労働時間は少くなるが、関係している堰数の相違によってここでは単純にみることはできなかった。

番水に際しては水引きが行なわれる。水引きというのは当該番水の関係者が取り入れ口まで水迎えし、他の地区に用水がもれないように所定の場所を堰止め、各土井毎に水頭の立会で関係農家の刈数持分に応じた水口を切

って引水するといった内容のものである。これに要する時間は一般に少くないが、昼水地区は夜水地区に比べて番数が少いだけに引水日は逆に多く、それだけに労力も多く要していた。また聞き取り調査農家の場合では、昼水地区農家の方が夜水地区農家に比べて水引き労働がかえって多いが、それは関係する堰数の多少によるものである（第15表参照）。夜水地区農家では番数が多いことから水引き日数は少く、したがって水引き総労働時間も昼水地区に比較して少くなるが、一方、取り入れ口の遠隔（夜水の上流でさえ取り入れまでは2km近くあり、最末端農家では往復約12kmに近い）上流地区の土井も一応全部止切りしなければならない等のために、1回の水引きに要する時間は3時間以上もかかったといわれる。さらに盗水監視の不寝番のように、量的には単純に比較できない苦しい労働が伴ったことも多い。

さて、以上のような内容を含むかん排水労働を10a当りについて示すと、後述第21表のとおりとなる。ここで目立つことは、上層に少く下層に多いというように、階層間に顕著な相違がみられることである。これは賦役労働にはっきりみられたように、堰の部落共同体的管理＝戸数割賦役とかん排水労働が必ずしも水田面積に比例して増大しない傾向のあることからする必然的な結果であり、水利慣行の地主的性格の一端をうかがう事ができよう。

以上は番水が行なわれる時の一般のかん排水労働時間であるが、さらに用水不足が深刻になるとさらに取り入れ口の川堀りが始まり、動力揚水機・はねつるべの動員、各農家の不眠の盗水防止の努力等、その所要労働はより一層倍加される。要するに、かん排水作業には階層間によって差異があり、また多量の労働の浪費があるという点を指摘できよう。

7) 10a 当り労働時間

稲作の生産過程における技術と用水事情との相互関連技術の固定性とその矛盾等については以上みてきたとおりであるが、そのような過程を経ながらどれだけの労働が投入されていたものか、10a 当りについて示すと第21表のとおりである。

すなわち、昼水地区は平均23.8人・夜水地区は23.0人と、いずれも前述の諸条件を反映して多大の労働が投ぜられていることが明らかである。また階層別に検討してみると上層農家になるほど相対的に少くなり、とくに夜水地区の場合には下層農家との間に10人前後のひらきがでていること。また、かん排水労働時間の全作業中における比率（数字省略）が下層農家において相対的に高くなっていること等の諸点は、注目すべき点であろう。

8) 収量と農家経済

志和村の稲作の10a 当り収量の変遷は第6図のとおりである。すなわち、きわめて不安定な様相を示している。とくに大正末期からの10年間は2～3年おきに災害をうけ、郡別平均に比較してその変動は著しい。

これは水利慣行による技術の制約・固定性、さらには冷涼・早ばつ気象に対して適切な方法がとりにくかったこと等が積重なっておきたものであることはいうまでもなからう。

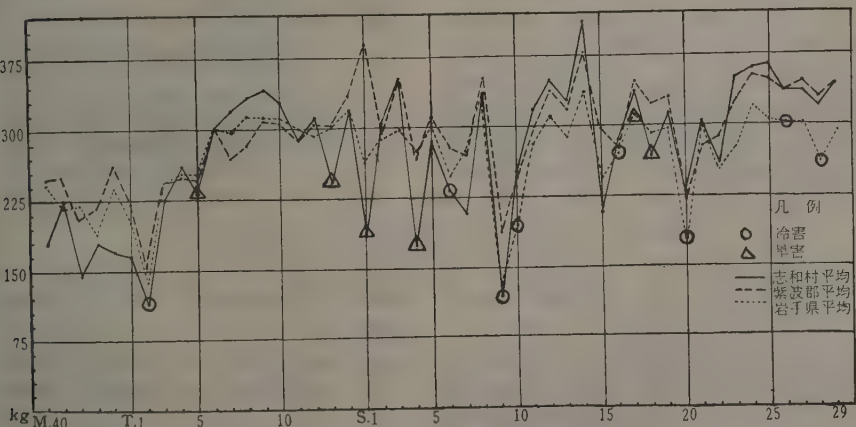
以上のように、稲作の収量は一口に不安定・低収だと

第21表 稲作作業別10a 当り労働時間(単位 日)

地区	作業別 番号	苗代	施肥	耕耘	代掻き	畦塗り	田植	かん排水		除草	刈取り	脱調 穀製	合計
								共	個				
昼	1	1.3	1.5	1.1	1.7	1.2	3.4	0.9	0.5	5.2	3.6	2.7	23.1
	2	0.8	1.1	0.9	1.4	0.9	3.6	0.7	0.3	6.0	2.7	4.1	22.5
	3	1.0	2.4	0.8	2.1	—	4.0	0.7	0.6	5.6	4.0	2.7	23.9
	4	1.4	1.6	1.0	1.3	1.3	3.6	1.3	0.7	7.5	3.0	4.2	26.9
	5	2.0	1.1	1.5	1.5	1.0	3.3	1.0	0.8	4.7	4.0	4.9	25.8
	6	0.5	1.1	2.8	2.7	1.3	3.7	1.3	0.4	7.1	2.5	6.8	30.2
	7	1.2	0.7	1.7	1.9	1.0	4.7	0.4	0.3	5.4	3.6	3.9	24.8
	8	1.7	1.7	2.7	2.8	0.5	4.7	0.9	0.7	5.4	3.5	2.8	27.4
	9	1.5	2.1	1.2	1.2	0.3	3.6	1.5	1.2	8.1	3.0	4.6	28.3
水	平均	1.3	1.5	1.5	1.8	0.8	3.8	1.0	0.6	6.0	3.3	4.1	25.7
夜	10	1.0	1.2	0.8	1.9	0.2	3.2	0.3	0.3	×4.2	3.5	4.5	21.1
	11	1.0	1.4	0.7	2.1	0.3	2.9	0.5	0.2	5.8	3.0	3.2	21.1
	12	0.8	0.9	0.5	2.8	—	4.2	0.5	0.5	4.4	2.2	1.7	18.5
	13	0.9	1.1	1.2	1.4	0.3	4.5	0.4	0.7	8.0	3.0	3.2	24.7
	14	0.8	1.8	1.3	2.0	—	3.5	1.2	1.2	2.3	3.0	3.0	20.1
	15	1.7	1.8	1.1	2.2	1.9	4.6	1.0	1.3	6.9	3.8	3.5	29.8
	16	1.1	1.3	1.6	2.0	0.1	4.1	1.7	1.0	7.1	4.7	4.6	29.3
	17	1.4	1.6	1.5	1.5	—	5.0	1.4	1.4	6.6	3.0	6.0	29.4
	平均	1.1	1.4	1.1	2.0	0.4	4.0	0.9	0.8	5.7	3.3	3.7	24.4

備考：1. かん排水作業のうち共とは共同管理、個とは個別作業のものを示す。

2. ×は防除作業0.1をふくむ。他はいずれもない。



第6図 志和村の年次別稲作10a 当り収量の変遷

備考：1. 志和村は役場資料による。

2. 県および郡は岩手県稲作実態調査(昭30)による。

いっても、それは地域及び農家階層によって著しく異っている。聞き取り調査農家について、早ばつ年次であった昭和18年の作柄を示すと第22表のとおりとなる。

すなわち、昼水地区では上作の比率が相対的に高く、

第22表 早ばつ年次の稲作の作柄(昭18)

地区	農家番号	作面	付積	比 率 (%)				10a当り収量
				上作	中作	下作	皆無	
昼	1	203.9	34.4	50.7	5.0	9.9	248	kg
	2	205.3	77.5	16.6	5.9	—	301	
	3	100.6	46.6	24.2	23.6	5.6	242	
	4	127.0	95.3	—	4.7	—	313	
	5	91.8	28.1	1.1	5.4	65.4	101	
	6	87.0	45.5	37.7	4.6	12.2	251	
	7	88.9	72.0	23.5	4.5	—	299	
	8	95.5	88.5	6.3	5.2	—	309	
	9	40.8	70.5	—	4.9	24.6	235	
水	平均	115.6	61.5	21.4	6.9	10.2	255	
夜	10	222.0	4.5	25.7	54.0	15.8	157	kg
	11	235.1	8.5	27.6	63.9	—	168	
	12	299.8	23.8	47.2	19.0	10.0	219	
	13	168.6	—	55.8	26.8	17.4	170	
	14	118.2	—	98.8	1.2	—	247	
	15	77.5	—	76.7	23.3	—	211	
	16	101.5	—	65.0	11.8	23.2	137	
	17	106.0	—	57.5	—	42.5	138	
	平均	166.1	7.6	49.7	30.4	12.3	181	

備考 志和村役場調査の作柄調査カードによる。

10a当り収量も高いのに対して、下流の夜水地区では上作は一部の農家に限られ、10a当り収量もきわめて低いことがわかる。また、これを階層別にみると、昼水地区では明らかな傾向は見出しにくい、夜水地区では下層はいずれも150kg未満で、階層性が比較的明白な形であらわれている。なおこの点について広い地区にわたって整理をしてみると第23表のとおりで、次の点を指摘することができよう。

第1に、上→中→下流にわたる上流優位の水利慣行の投影ともいうべく、上→中→下流と下流に進むつれて上作の比率は低下し、あるいは皆無の比率が高まる。第2に、高田を除いては上層農家収量は高い。

それならば、このような階層間の相違を生みだした理由は何か、上層農家優位の水利慣行・揚水機等の生産手段の差異・堆肥の増投・深耕等々の早ばつ適応技術の相違、あるいは雇用能力の大きいことからする集中的な田植の可能性等々の結果と考えてよいであろう。

さて、以上にみてきた上流に対する下流地区の稲作収量の不安定は、農家経済に大きな影響を与えるであろうことは否定できない。それは、一般的には出かせぎ・借金・土地の売却・小作農への転落ということを想像できる。ちなみに、前記4部落の順にしたがって、22年の小作地率をみると、高田23%・中央34%・北田35%・権現

第23表 部落別・階層別作柄状況(昭18)

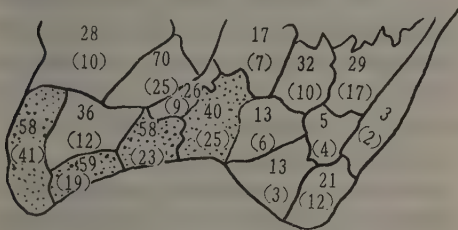
部 落 名		高 田						中 央					
階 層 別		自 地	自	自 小	小 自	小	計または平均	自 地	自	自 小	小 自	小	計または平均
調査戸数(戸)		4	14	6	5	7	36	5	14	14	9	11	53
作	上作(%)	48.0	68.4	69.3	59.2	36.9	59.6	10.5	4.8	7.0	1.4	—	4.4
	中作(%)	42.1	19.2	13.2	29.3	18.6	23.7	43.8	33.9	30.9	24.8	11.0	26.6
	下作(%)	5.8	10.9	5.9	6.0	31.0	11.2	42.7	31.3	53.0	60.9	48.0	53.0
柄	ない(%)	4.1	1.5	11.6	5.5	13.5	5.5	3.0	30.0	9.1	12.9	41.0	16.0
10a当り収量(kg)		270	285	266	275	213	267	194	120	108	135	78	117

部 落 名		権 現 堂						北 田					
階 層 別		自 地	自	自 小	小 自	小	計または平均	自 地	自	自 小	小 自	小	計または平均
調査戸数(戸)		3	8	6	13	8	38	4	8	8	10	6	36
作	上作(%)	50.7	34.9	13.4	32.7	4.8	29.5	17.2	2.0	—	6.5	—	5.7
	中作(%)	22.1	20.4	49.2	46.1	56.7	39.1	48.9	46.2	46.9	57.5	29.9	47.4
	下作(%)	18.4	24.3	19.9	12.4	19.0	18.1	23.5	44.3	50.4	21.9	45.5	36.1
柄	ない(%)	8.8	20.4	17.5	8.8	19.5	13.3	10.4	7.5	2.7	14.1	24.6	10.8
10a当り収量(kg)		225	201	185	209	146	192	216	201	188	191	140	188

備考 志和村役場作柄調査カードによる。

堂46%となり、下流地区の高いことがわかるが、まさに前記の稲作事情に対応するものといえよう。

しかし、ここでの特徴は、稲作の不安定性にもかかわらず紫波郡全体の小作地率に比較すれば著しく低いこと土地所有の集中が相対的に少いというように農民分解の様相が不明確であること、同時に、兼業農家としていわゆる酒造出かせぎのとくに顕著な点を前にみてきた。このような顕著な出かせぎは一体どの部落から多く出ているものか、25年について部落別に示すと第7図のとおりである。稲作不安定地帯である下流に集中していることがわかる。すなわち、酒造出かせぎは一に水利慣行に規制される稲作生産の不安定、その不安定を出かせぎによってつぐなうものであり、「1人の農家が自己所有の土地と小作地と双方を耕している場合に、早ばつに際しては如何なる処置に出るか、彼らは小作地を枯らして自作地を育てることを知っている。また計算をする百姓であれば、出稼ぎにより、あるいは日雇稼ぎでもって生活を支えて、稲田を放って置く者もある」¹⁰⁾といわれるように、それは稲作生産の不安定に対応する恒常的出かせぎとして理解すべきであろう。



第7図 部落別出稼状況（昭和25）

- 凡例 1. ()で示す数字は出稼人数
 2. 一般数字は出稼人数÷農家数×100
 3. ※は出稼率の高い部落
 （25年夏期調査による）

当村の土地集中が顕著でないこと、それは第1に、酒造出かせぎによる転落のカバー、第2に、稲作の不安定・低収が地主の地代取得に対する魅力の相対的に少かったことに対応するものとして解釈すべきであろう。

5. 水利事業の経緯

1. 水利事業と水利慣行

上述の慣行の固定化による諸矛盾の増大は、他面からいえば水利事業にふみきるための条件の成熟でもある。第24表にも示すように、部分的にはかなりの対策もとられている。しかし、平均渇水量 $0.075\text{m}^3/\text{sec}$ と推定される滝名川の用水不足に対しては、それらはおおむね策の域を出ないものといえる。しかし、上述の条件の成熟にもかかわらず、根本的な水利事業の着手までになお20余年も要したのは、一体どのような理由によるものであるか。

1) 前述のように、滝名川水系全域が絶対的に用水不足である上に、水利慣行による激しい地域差があるということは、水利事業に対しても全地域的な要望はあるにしても、負担金との見合においてそこには明らかな地域差があることを意味する。

2) 水量の豊富な雫石川や北上川には遠く、近くの滝名川は絶対水量が不足であるという条件下では、事業計画はいきおい長い用水路の新設・水源ダムの建設といった大規模事業に限定されることとなる。

3) 大規模水利事業を前提とすれば、それには必然的に高額負担金の問題が伴うが、それは災害になんてきたこの地区の農家負担力の問題と衝突するし、また、それを避けるために「開墾助成法」（大正8年）や、「用排水改良事業補助要項」（大正12年）等に基づく国家助成にたよろうとすれば、それには最低受益面積の確保が前提とされ、それは1)の条件と対立したものとなる。

4) 以上の矛盾はすべて水利慣行に根ざす問題であ

第24表 小規模補水事業の実施状況

年次	施設の内容	受益地区・水系	面積	管理者の名称	備	考
			ha			
昭2	鹿妻堰の延長工事	高水寺堰下流中心	364	鹿妻堰耕地整理組合	工費58万円「余剰水に限り」と約す	
8	北上川の電気揚水	滝名川下流各堰	239	赤石普通水利組合	工費6万円, 165IP, 75IPの2段	
2	同上	同上	58	甘木耕地整理組合	工費1万円	
12	耳取川の溜池新設	石鳥谷, 八幡村	1065	葛丸川耕地整理組合	工費58万円, 県営中途で失敗	
15	小型揚水機の新設	該当の堰に限る	(志和)	各堰毎	昭和15年現在10堰	
15	井戸新設	主として個人	(志和)	各人毎	昭和15年現在動力30, 人力17	

り、水利慣行がいかに水利事業の基本的な阻止条件であるかが理解される。

5) 大正中期以後の水利事業の推進主体が、最も用水不足になやんできた志和村土鎗・片寄地区に限定され、しかも運動の方法が当初から国営事業を目指した政治工作にしばられていたのは、以上の理由によるものと考えられる。なお、前記地区の主導層は階層的に言えば自作地主層であり、水頭層に属する人々でもあったが、彼らが一面において寄生地主的性格をもちながらも、こうした運動の先頭にたったのは以下の理由によるものであろう。

すなわち、この地区の用水不足の程度は、水利慣行の地主的性格に基く利害関係の対立を越える程高かったこと、自作農として耕作者一般と利害を等しくする基盤をもっていたこと、部落秩序の中心である水頭として部落の要望を無視できない立場の者であったこと等によるものであろう。

2. 水利事業の経緯

着工までの経過を年表的にまとめてみると第25表のようであるが、そこにみられる大正15年受益地 過少で失敗・昭和4年政変で挫折・昭和7年上流派の反対工作で失敗等の事実、前述の問題点をより明確にしめしているものといえよう。以下それらの諸問題が、どのようにして克服されたかについて摘記してみよう。

1) 大規模事業＝高額負担金の解決策として、第1に、事業の国営による絶対額の減少策がとられた。そのため前記の地区では歴代村長を独占し、村長を県議に推し、

第25表 事業開始までの経緯

大13	○滝川で大水論、約2,000名
14	○鹿妻堰耕地整理組合水路延長工事に着工
15	○志和、村民協議会結成、国営ダムを計画 ○本省現地調査、受益地過少で不採用
昭2	○受益地の拡大を図ったが不成功
3	○政友会と結んで政治工作 ○志和村民大会
4	○政友会内閣が倒れ工作は再び失敗
6	○再び政友会内閣誕生、国営予算案に計上
7	○同上予算上流派の猛反対で流れる
8	○赤石普通水利組合で電気揚水開始
12	○葛丸川耕地整理組合設立、県営ダムが始まる
16	○志和有志再び運動 ○再び調査
17	○志和・赤石・水分で山王海水利組合設立申請
18	○同上組合認可 ○再び運動
19	○溜池、農地開発営団事業に決定
22	○営団廃止、国営事業に移管

政友会と結んで政治工作をつづけるとともに、国営化を容易にするために事業目的を南野原の大規模開墾としながら、旧田補水の本来的な目的を達成しようと試みた。

第2には、その相対額の減少策としての負担金の補水量割りの原則の確認である。これは水利事業の水利慣行に対する完全な妥協であり、上・下流間の対立を解消し、地域の拡大を達成させる条件である点で決定的な意味をもっている。

2) 以上の方法は基本的には水利事業を実現できる条件を作りだした上で重要であるが、交渉・妥協等が運動の中心者である水頭層の動きだけに止まる限りは、事業の母体となるべき耕地整理組合の設立にはなお問題が残された。

それは同組合法によって、組合の結成には土地所有者数・総地積・総賃貸価格のそれぞれ40%以上の同意を必要としたからである。これに対して普通水利組合は、少数の申請者と大幅な知事の権限によって、設立が可能であるところに特徴をもっているが、事業の推進者はこの差を利用して、個別土地所有者との折衝をさながら組合の結成に成功している。

3) こうした運動を結実させるに役立った社会的条件には次の2点が指摘できる。第1には、昭和16年の農地開発法の施行と農地開発営団の発足がそれである。戦時体制下におけるこうした自給政策が、前記の開墾を看板とするこの水利事業計画を、営団事業として採用させるにあずかった役割は見落されない。

第2に県は、滝川川の南の葛丸川水系に昭和12年以来県営補水用ダムを着工中であつたが、技術上の失敗から途中で放棄し問題を残していた。このため、県には山王海ダムの完成と同地区の編入を希望する事情があつたが、この点が山王海ダムに対する25%の県費負担・普通水利組合の設立・議会工作・反対農民の説得等に果した役割は大きいものといえる。

4) 事業が着工され、負担金が前記の原則によって割当てられた具体的方法は次のとおりである。第8図に示すように、この地区は山王海普通水利組合地区に周辺地区が工事途中に新規編入をしてできたものである。この編入の理由はそれぞれの地区における小規模水利事業(第24表参照)の行き詰りに由来するものであるが、前述補水量割り負担の原則の確認が直接的な動機になっているものである。

したがって、経費の賦課方法もこれに応じたものとなっている。すなわち、総額はまず補水量割で旧地区毎に配分され、それ以後の賦課方法は旧地区一任である。こ

第26表 山王海農業水利事業概要

受益面積	旧田補水2,852ha, 新田406ha		
関係団体	山王海・赤石各普通水利組合 葛丸・鹿妻・甘木各耕地整理組合		
溜型式	堰田式堰堤, 提高37m, 堤長144m		
池貯水量	953万立方米(湛水面積101ha)		
取り入れ設備	取水塔(高32.3m 径4.5m)		
水路	(水路)	南幹線	北幹線 中央幹線
	支配面積	1,662ha	1,133ha 463ha
	延長	10,755m	920m 2,685m
路	通水量	2.06	1.21 0.52 (m ³ /sec)
	工事費	7億6百万円(ダム70%, 開墾30%)	
負担割合	着工・完了	着工昭和21年2月, 完了昭和29年3月	
	負担割合	国庫60%, 県費25%, 地元15%, 開墾は国庫100%	

備考 山王海農業水利事業概要書による

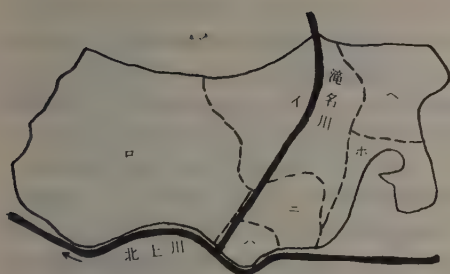
業主体が国営であることとともに、従来の水利慣行を大きく変革させる条件となったものと考えられる。

いま、事業後の新配水系統と、それに含まれる問題点についてのべれば以下のとおりである。

ダムの用水は取水塔(表面の温水を取水)をへて一たん川に落され、下流約3kmの地点で再び明渠に導かれ、旧高水寺分流点の西側に設けられた分水槽によって南北2幹線水路に分水される。また一部は川を利用して旧関口堰取り入れ口附近まで導かれ、中央幹線水路に取り入れられる。各堰は各幹線水路の分水口から連絡水路によって、また開田地は、新設水路によって南及び中央幹線水路からそれぞれ補水される。この新しい水利系統の一部を滝名川上流部について具体的に示すと第9図のとおりである。

このダムを頂点とする樹枝状の新配水系統の完成によって各水系・各堰の相互関係が全く一変され、同時に管理機構もそれに対応した規模と性格をもつ土地改良区に移行することとなった点は、各旧水系の水利慣行の基盤を根本的に変革する条件であるという意味で重要である。

さらに、この点を滝名川の左岸についてみれば次のとおりである。すなわち北幹線水路の古稲荷分水口から発する連絡水路は、高水寺一野沢一大松一八幡一馬場一御堂の順に、その各上流部を連絡して補水し、さらに新田清水・鬼清水・鹿妻堰耕地整理組合等の各堰は、それぞ



第8図 山王海土地改良区編入変遷図

備考	数字は山王海土地改良事業に編入の年次
イ	山王海普通水利組合……………21年
ロ	葛丸川沿岸耕地整理組合……………23年
ハ	女木耕地整理組合……………23年
ニ	赤石普通水利組合……………23年
ホ	鹿妻堰耕地整理組合……………25年
ヘ	不動産区……………26年

の結果賦課方法には、単純な面積割りから2等級・3等級・10等級割りと複雑なものまででき、また1部には経費の耕作者転嫁の事例まで認められる。たとえば、旧山王海地区では10等級割りだが、この決定および各耕地の級別決定は、旧水利組合会議員によって構成される委員会と水頭の折衝によって決定されている。このように、最大の難関である負担金の割当て問題を、地区毎の生産関係と衝突させない形で処理した点は注目すべきであろう。

5) なお残された問題である水没補償は、上流派が差等割りによって賛成派に変わり水没農家の反対運動が孤立化したこと、南野原に集団換地があったこと、1戸当り補償額が比較的高かったこと(平均50万円, 昭和19年1石当り米価92.5円)等によって解決されている。

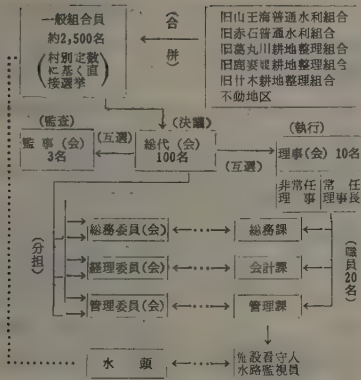
6) 工事途中における農地改革の実施・土地改良法の施行等は、工事主体者を変革させる条件ではあるが、山王海普通水利組合が清算法人に移行したのが、工事の終りに近い法定期限一杯の昭和27年であったことから知られるように実質的な影響力は少かったものとみられる。

6. 水利慣行の変革

1. 新しい水利秩序

昭和19年農地開発営団事業として着工され、11年目に完成をみた山王海農業水利事業の概要は第26表のとおりであるが、その特徴は前述のように、当初の計画とちがって受益面積が3,258haまで拡大されたことである。

この拡大の結果、従来相互に独立していた滝名川・葛丸川・耳取川や諸小河川等が、幹線水路によって一つの水系に統一されることとなった。この水系の単一化は事



第10図 山王海土地改良区の機構図

この図からも明らかなように、新しい用水の管理組織としての土地改良区は旧来の水頭を中心とする部落の管理組織とはちがって、第1に対象とする地域が数カ村にわたる大規模な地域に変わったこと、第2に管理機構自体が複雑かつ庞大的ものに切替えられたこと、第3に近代的施設の管理・関連事業の設計実施といった事業内容にともなって技術系職員の役割りが大きくなったこと、第4に、その事業内容の性質上補助金・融資等を通じて必然的に上部支配機構との結びが強くなり、反面農民自身との関係においてはかえって独立的・対抗的性格を強めていること等の点で、著しい性格の相違をみる事ができる。

したがって、総代の定数(第29表参照)も理事の定数(第28表参照)も総農家戸数にくらべて非常に少いことを特徴としている。たとえば総代の村別定数の割り当て基準上、もっとも多く選出できる志和村の場合でもその定数は28名であって、これは総農家戸数の3.4%にしか当たらなく、水頭延べ総戸数に対しても約14.9%にしか当らない。

このように、管理機構に直接参加できる人数が極く少数に限定されるということは、広大な地域の用水管理が旧来とは比較にならない程の特定少数農家に握られることを意味する。

すなわち、旧来の管理機構のいわば農民的な性格が、著しく弱められていることが指摘できよう。

2) 改良区を中心とする総代層は一体どんな性格をもっているものであろうか、一例を志和村に求めてみれば第28表のようである。すなわち、総代の78%までが農地改革後の富農層に属する2ha以上層である。しかも農地改革前の土地所有及び水利事業前の水頭制度とのつ

ながりの点では73%までが旧自作地主層であり、またその61%までが旧水頭層の出身であることが明らかである。

第27表 改良区惣代の性格(志和村)

区分	昭和22		昭和30		旧の慣例と係
	所有	貸付	経営	経営	
0ha	1戸	7戸	1戸	惣代	10戸
0.1ha	3	10	4	水頭	7戸
1.1ha	4	1	2	無	11戸
2.1ha	7	1	20		
3ha以上	12	7	1		

備考 昭和22年臨時農業センサス及び昭和30年臨時農業基本調査による。

この特徴はかつての事業の推進主体が自作地主層を中心とする水頭層であったという経緯から説明されるものであるが、なかでも土地改良法によって規定された総代の民主的な選挙制度も、古い社会関係の下では充分に生かされていないという点が注目される。それは上記28名の総代が村一本の定数であるにもかかわらず、各部落にほぼ均等に分散している事実からも推察できる。

3) これに対して、理事のそれは一応総代数に比例した選出数となっているが、その数が極く少数であるところから、第28表にみられるような役職を兼任する者の村代表といった傾向が強くみられる。

第28表 理事の性格

農家番号	農地改革前後		役職関係
	所有面積	経営面積	
A	2120	120	水頭・農協長・県農地委員(古館)
B	330	230	農協理事・村議(八幡)
C	300	250	村議・水頭(水分)
D	280	240	農協長・農業共済長(志和)
E	200	200	前村長(赤石)
F	140	160	前村長・水頭(志和)
G	130	130	製材業・消防団長(石鳥谷)
H	100	70	前村長(志和)
I	50	50	前町長(石鳥谷)

ただ常任理事長には必ず志和村選出理事の中からあてるという申合せができていた点が注目される。いわば山王海水利事業に果たした志和村の役割りに由来する「もと村」的権威といえよう。理事の土地所有には総代のそれにみられた傾向は少く、むしろ零細農家でも含む中農層中心だともいえる。これはこの改良区が数コの組合の合併によって設立されているという経緯、しかも旧組合の組合長は多く町村長兼務であったということ、あるいはその他の役職経歴が示すような個人的技能がかわれたこと等といった点で、地域代表者あるいは大規模な改良区

の運営者に適する条件を備えていたことからくるものといえる。したがって、彼らはその土地所有の大小にかかわらず、地主的利害関係に立っていたという意味において、総代の性格と異なるところはない。

以上2)、3)の改良区の構成についての考察に関する限り、1)にみた新しい管理機関としての土地改良区も、本質的には旧水利組合の延長にすぎないかのようにある。しかし農地改革および水利事業の完了によって、その性格の変わった旧地主・旧水頭とのつながりだけで、その性格を規定するのはなお問題が残る。

4) 昭和31年における総代および理事の改選の結果を示すと、第29～31表のとおりであるが、第1に、その改選率は総代39%、理事44%とかなり高く、全体として旧水頭制度にみられた管理機構に参加する者の固定性が大きく崩れていることが明らかである。ただしその程度は第29表のように村によってかなりの差異があることが特徴である。

第2には第30表にみられるように、総代層の移動にはかなり質的な変化がみられるという点である。すなわち少しずつではあるが、旧慣との関連では水頭層出身者の

第29表 総代の改選率

町 村 名	定 数	改 選 率
志 和	28名	28%
石 鳥	19	47
赤 谷	17	59
水 石	13	38
八 分	10	90
古 幡	7	57
不 館	3	33
日 動	3	100
計 ・ 平 詰 均	100	39

備考 昭和31年9月公告による。

第30表 総代の変遷(志和村)

			改 選 前	改 選 後
旧の 慣と 係	水 無	頭 係	17戸	14戸
			11	14
	自 自	地	19	14
			7	8
			0	1
昭和 和現 二在 十(所 有)	自 自	小 小	0	1
			0	1
			0	1
	3 ha 以 上		1	1
			20	16
昭和 和現 三在 十(経 営)	2 ~ 3 ha		2	6
			2	6
	1 ha 以 下		4	4

備考 昭和22年臨時農業センサス及び昭和30年臨時農業基本調査による。

第31表 理事の変遷

	経営 面積	経営の特徴	役 職 関 係
再 選	120	元20 ha 地主	農協協長・県農地委員(古館)
	200	元から自作農上	前村長 (赤石)
	70	同 材 主 体	" (志和)
	130	元から零細農	製材, 消防団長 (石鳥谷)
	50		前町長 (石鳥谷)
落 選	230	元から自作農上	農協理事・村議 (八幡)
	250	同 上	村議・水頭 (水分)
	240	同 上	農協協長・農業共済長(志和)
	160	元から零細農	前村長・水頭 (志和)
新 人	230	?	元日農組合長・村議(八幡)
	210	地 元 増 反 者	開拓組合長 (赤石)
	170	苗 圃 1.2 ha	農協協長・町議 (水分)
	80	果 樹 0.4 ha	町議 (志和)

減少、農地改革前の土地所有関係では自作地主層の後退と自小作以下の出現等がみられるが、農地改革後の経営面積では2 ha層を最大のピークに固定している点である。つまり、旧慣・旧格式等の古い社会関係を基盤とする選出の中にも、部落代表者の基盤が新しい富農層に移行していることが知られる。一方理事のそれにおいても第32表に明らかのように、元日農組合長・南野原開拓組合長等といった旧慣とは無関係な農家、あるいは、果樹・苗圃等の経営を主体とするかつて用水に関係のうすかった農家の進出などが目立っている。

以上の改選結果によれば、先にみた土地改良区の構成メンバーの旧支配層による独占傾向自体が、すでに固定的なものでないことが明らかである。すなわち、水利事業は農地改革の実施とあいまって、管理機構の性格を変革する基盤と条件を作りだすものであることが理解される。

5) なお、総代層に参加しなかった旧水頭層と改良区との関係は次のように理解される。水利施設は、その重要度に応じて第1～3種に区分して管理される。このうち第1・2種については改良区の責任において一切の管理が行なわれるが、第3種すなわち旧堰については管理権は改良区にあり、その計画によって補修され、水路監視員によって分水も加減されるが、それに要する費用は一切地元負担であり、賦役労働も全くもとの堰掛りにおいて行なわれている。つまり、前述の負担金の差等割り水頭との話し合いを尊重しながらも、結果的には利用した形で決定されたのと同じように、改良区の堰管理は旧堰部分は旧堰に任せておきながら、結果的には利用している形だといえる。

このことは、一面改良区も旧水頭層を何等かの形で尊

重しなければ運営できないという点を示すものであると同時に、他面では、そのこと自体が水頭制度の急激な崩れを阻む条件になっていることを示す点でも見落されない問題を含んでいる。

7. 事業後における稲作生産

山王海ダムの建設・幹線水路及び各堰を結ぶ連絡水路の設置、そしてそれにともなう比較的合理的な配水によって、必要量の用水が計画的にゆきわたり、これによって水利慣行は大きくゆるぎつつあることは前述したとおりである。

さて、このような水利慣行の変革は前述事業前の稲作生産の構造にどのような変化を与えたか、また生産力の発展に対してどのような成果をおさめつつあるか、換言すれば水利事業のもつ役割は具体的にどの程度のものであろうか、前述の順序にしたがって、事業後における稲作の生産構造をのべよう。

1. 苗代

用水事情の緩和にともなって、従来の長期間にわたって断続的に行なわれることを特徴とした田植が、一変して計画的に行なうことができることとなった。このため、苗代設計の固定性はくずれ、新しい技術の導入を容易にしている。第32表は保温折衷苗代の導入状況を示すものであるが、㊶(昭和26年に導入132 m² 昭和27年も同じい)をのぞいては、ダムの用水補給が開始されはじめた昭和28年以降(県における保温折衷苗代の奨励開始年次は昭和25年)に導入されたものが多く、また年々増大の傾向にある。これはまさに計画的稲作生産の方向づけとして注目すべきであろう。

第32表 保温折衷苗代の年次別導入状況 (単位m²)

地区	農家 番号	28	29	30
昼	1	—	99 (11)	330 (21)
	2	40 (5)	59 (8)	99 (13)
	4	—	56 (11)	56 (11)
	5	—	—	68 (16)
	8	—	—	66 (19)
水	9	—	17 (4)	33 (8)
夜	10	132 (14)	132 (14)	132 (14)
	11	99 (10)	198 (20)	264 (27)
	12	—	—	1320 (94)
	13	132 (20)	330 (28)	330 (28)
	14	—	165 (34)	165 (34)
水	15	—	198 (60)	198 (60)

備考 1. 未導入農家は削除。

2. () は保温折衷苗代の苗による本田面積に対する植付率。

2. 代掻き、畦塗り

用水事情が好転したことによって、小面積に区切って行なった従来の非能率的な代掻き作業が、一貫作業として行なうことができるようになったことによって能率化した。さらに、それは漏水防止の意味を少くしたことによって、代掻き回数の減少の形ともなって現われている。ちなみに、聞き取り調査農家についてみると、昼水地区は荒代4.3回・中代0.4回・植代2回・計6.7回、夜水地区は荒代4回、中代0.6回、植代2.0回、計6.6回となり、事業前よりも40%減の回数となっている。

3. 田植

昭和30年度の田植の実施状況を聞き取り調査農家についてみると、大部分が5月28日頃から始まり、6月10日頃に終了し、12日に終了したのは㊶1戸だけである。ちなみに、田植期間の平均値を算出すると、昼水地区は7.6日・夜水地区は6.9日・田植の実施日数をみると昼水地区は6.9日・夜水地区は6.6日となる。すなわち、田植実施日数と田植期間の差は少く、連続的に田植が行なわれていることが理解できるし、また上流地区と下流地区の農家間に顕著な相違がみられず、用水利用上の不均等性の縮少がうかがわれる。

この点については、早ばつ年次についても異同がみられない。昭和33年は「5月から6月26日までの降水量31.5ミリは平年の46%に過ぎず、大正13年創立(盛岡地方気象台)以来の新記録を作った」¹¹⁾といわれる程、県下でも稀な寡雨の年であり、7月初旬漸く田植を終了した町村¹²⁾もかなりみられたが、田植終了日を部落別に示すと次のとおりである(いずれも6月の日付)。

高田14日、権現堂10日、北田12日。

なお注目すべきことは、従来用水の不安から湛水状態のまま田植を行なうために縄張りによる田植しかできなく、また迅速に田植をするために縦縄基準の片正条植が広く採用されていたものが、落水後にともなう用水不安の解消によって、型付による方法が広く行なわれるようになり、その栽植形式も正条植あるいは並木植に変化していることである。

従来、用水不足気味のときに栽植株数をふやすことは、ただ相互の稲作の育成を抑制するだけで、十分な成果を期待することができなく、したがって、それには限度があったが、その栽植密度にも、従来にくらべれば、かなり弾力性をもつようになった点大きな意味をもつものとして評価できよう。

なお型付植への転換は、熟練した田植の必要度を相対的に少なくすることによって、働ける家族労働力の全員を

フルに使用できる条件を作り、しかも従来より作業能率の高まることと相まって田植労働の節減、ひいては雇用労働の節減にも役立つようになった。

4. 施肥と品種

事業前の施肥についての問題点を要約すれば、用水事情の不安定性に基く施肥量の制約、さらにそれに不確定量の乾土効果が加わっておきる施肥設計樹立の困難性等であった。事業後においてはこのような不安定性は解消したものと見える。

第33表 補水前後の稲作10a当り施肥量(単位kg)

地区	年次別	化学肥料(成分換算)			堆厩肥
		N	P	K	
昼水	24年(A)	5.6	3.4	3.0	960
	30年(B)	9.8	4.5	8.3	975
	B/A×100	175	132	277	102
夜水	24年(A)	6.0	3.0	2.3	848
	30年(B)	7.5	4.5	4.9	874
	B/A×100	125	150	213	103

第34表 志和・乙部村における稲作10a当り施肥量の変化(単位kg)

村別	年次別	化学肥料(成分換算)			堆厩肥
		N	P	K	
志和	26年(A)	7.3	4.5	5.8	1,065
	29年(B)	9.4	5.1	8.3	1,110
	B/A×100	129	113	143	104
乙部	26年(A)	8.7	6.2	4.5	1,125
	29年(B)	8.6	7.0	7.1	1,136
	B/A×100	99	113	158	101

備考 岩手県耕地課山王海土地改良事業申告調査書資料から作成。

全般的な施肥量の増加傾向(第33表参照)がみられ、とくにこれを近辺の事業非対象村と対比してみると(第34表参照)、窒素質肥料について対照的な傾向を見出すことは注目すべき点である。

また、藤坂5号・ささしぐれ等多肥多収品種の導入は(第35表参照)、まさにこうした多肥可能の基盤の確立を示す対応現象として理解すべきであろう。

5. 管理

落水して適期に除草することができるために除草能率は向上し、かん排水作業は川堀り・水引き・盗水監視の消滅等によって、その労働時間は減少していることが目立つ(第36表参照)。

また、従来全行なうことができなかった土干しが可能となり、これを行なう農家がふえていることも注目すべき点であろう。

6. 10a当り労働時間

以上の技術上の諸変化は、必然的に労力の節減をもたらした。いまこれを地区別に示すと第37表のとおりである。

すなわち、昼水地区の農家では平均3.7日、夜水地区の農家では平均3.4日の節減がみられる。そしてこの大幅な労働量の節減をもたらしたものは、水に大きく左右される作業であることを特徴としている。そして夜水地区における農家の節減量が多いことがわかる。

次に階層別にみると(表省略)従来用水関係において相対的に不利であった下層農家のかん排水労働の節減が著しい。したがって、全作業における労働量の節減は、とにかく水に大きく左右される作業の節減はむしろ下層農家に目立っている。

ただ上層農家における労働生産性の向上は、雇用労働力の節減が著しく(表省略)、むしろ下層農家では雇用

第35表 品種別作付面積の比率(昭和30. 単位%)

地区	品種	藤坂5	尾花沢	ささしぐれ	北陸12	陸羽132	農林17	須川	元老	その他	糯	計
昼水	水	31.2	12.2	12.0	9.9	7.2	3.2	2.0	6.5	8.1	7.7	100.0
夜水	水	27.4	1.3	5.8	5.3	15.9	14.5	4.9	2.8	16.4	5.7	100.0

第36表 補水後における地区別の稲作10a当り所要労働日数の変化(単位日)

作 業 地 区		水に大きく左右される作業							水に余り左右されない作業					合 計	
		苗代	代掻き	畦塗り	田植	かん排水	中耕除草	土用干し	計	施肥	耕耘	刈取り	脱穀調製		計
昼	水	-0.1	-0.5	-0.2	-0.3	-0.9	-0.7	0.1	-2.6	-0.1	-0.3	-0.3	-0.4	-1.1	-3.7
夜	水	-0.0	-0.5	-0.1	-0.3	-1.0	-1.2	0.0	-3.1	—	-0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-3.4

機会の相対的縮少となり、この面に限定する限り農家経済に与える有利性は上層農家に偏在し、階層分化を大きくする契機を作り出しつつある。この点は注目しなければならない点であろう。

7. 収量

昭和29年及び同33年の調査農家の稲作10a当り収量を示すと第37表のとおりである。

稲作における5月から8月に至る降水量と収量の関係において、その旱害被害率が急激に上昇し始める点を限界降水量と呼ぶが、岩手県におけるそれは400ミリ以下とされている¹³⁾。

このような見地からみると、昭和29年における盛岡の降水量359ミリ（早ばつ年次の昭和18年は342ミリ、同24年は434ミリ）は、まさに限界降水量以下の年次にあたるが、ほとんど減収を示していない。また、昭和33年に

についても同じことがいえる。

いま郡別に昭和33年と同24年の旱害率を示すと第38表のとおりである。

大部分の郡が昭和24年のそれを上回っているのに対し、紫波郡はそれと対照的な数字を示している。この数字は山王海ダムの用水補給をぬきにしては語る事ができないであろう。

すなわち、収量は安定し、しかも向上の一路をたどりつつあることが結論できる。

ちなみに、農林省統計調査部の調査による用水補給事業地区の事業効果としての10a当り増加生産量をみると、一般に増収量の低さが特徴的であり、15kg以上の増収事例は例外的といえるほど少い。その中で山王海地区は昭和29年15.45kg・同30年31.05kg・同31年38.70kgとなり、増収効果のもっとも大きい地区となっている¹⁴⁾。

第 37 表 補水後における稲作10a当り収量 (単位 kg)

年次	地区 No.	昼										夜										水	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均	10	11	12	13	14	15	16	17	平均			
昭和29年		471	300	315	354	357	410	384	375	273	360	336	363	393	342	270	464	360	377	363			
昭和33年		461	458	420	464	377	372	435	446	440	431	447	375	404	419	362	444	462	408	416			
5カ年平均 (29~33)		462	387	374	410	339	339	434	392	338	386	408	357	389	384	320	464	429	387	392			

第 38 表 岩手県の郡別旱害率 (単位 %)

年次	郡	紫波	岩手	稗貫	和賀	胆沢	江刺	西磐井	東磐井	気仙	上閉伊	下閉伊	九戸	二戸	計
昭和24		6.3	1.3	4.6	17.9	17.5	3.5	2.8	0.4	—	0.5	0.0	—	—	7.1
昭和33		1.6	0.8	8.2	12.7	3.5	7.3	28.1	23.7	38.4	17.7	15.5	11.1	6.2	10.6

備考 1. 市は郡内に編入する。農林省岩手統計調査事務所調べによる。
2. 旱害率は旱害面積÷水稻作付面積×100

8. 役割と限界一結びにかえて

すでにのべたように、一貫して進展をみせてきた開田面積の増加、あるいは大正末期に始まる乾田化＝乾田馬耕の普及等によって用水の需要は一層増大した。

このために、もともと絶対量でも不足気味であったこの地区の用水事情は悪化の一路をたどり、旧来の水利慣行は必然的に強められ、また、上流優位の地域的不平等性は一層はげしくかつ固定化されることとなった。

そして、水利慣行のきびしい下流域では、長期断続的な田植を前提としての苗代設計一厚まき苗代一少肥多収品種・念入かつ非能率的な代掻き・落水のできない非能率的な除草作業・異常なかん排水労働等、さらに不安定かつ低い収量という水利慣行に規制され、対応した稲

作生産の形態がとられていた。

換言すれば、新技術の導入はもとより計画的稲作生産も実行にうつすことができず、旧態依然とした慣行農法を維持存続してゆかなければならなかったことが理解できる。

しかし、このように、きわめて固定化されていた稲作生産でありながらこれを階層別に検討してみると、上層農家優位という生産力の相違をみる。そして、これは地主的性格の水利慣行と相まって、揚水機の導入・堆肥の増投・深耕等の早ばつ対応技術の採用等に負うものであることを求めることができた。

つまり、明治以降に視点をしばれば、水利慣行は一見農民相互の自主的な互惠平等の基調をもちながらも、地主的＝半封建的＝権力の支配関係を支える有力な支柱で

あったのである。

そして、農地改革による土地所有関係の大幅な変革は当然、水利共同体内部に変革を与えずにはおかなかったであろうが、農地改革後においても、その点特徴的な変化はみられず、水利事業の完成までは新しい生産力の発展に対して大きな阻害条件となっていた。

そして、滝名川下流地域の片寄における自作地主層を主体として受益地域を拡大化した水利事業は、幾多の曲折を経て昭和19年着工、11か年の歳月を経て昭和29年漸く完成をみるに至った。

事業の受益地区が結果的にはたえず反対し続けた上流地域を含める広大な地域を包含することとなったことは、上流地域も決して安定的な水利条件ではなかったこと、用水量の絶対的確保の要請が考えられるほど、多くの矛盾が増大していたことにほかならない。

この水利事業によって旧水利慣行には次の変革をみることができる。すなわち、水利慣行の基盤を弱体化し、さらに堰間の対抗・不平等・従属等の諸関係を大幅に変革した。従来、本流対支流・右岸対左岸・上流対下流・部落対部落の水利の地域的利害関係の強さは、それぞれの水利共同体内部のヒエラルキーを強固にする要因となっていたものであるが、以上のような水利事業にともなう地域対抗関係の弱体化は、共同体内部の近代化をもたらす契機を作ったものとして注目すべき点でもある。

また、多くの堰の水利権や番水慣行の空文化・管理機構の弱体化によって、部落内部の共同体的秩序をさらに弱体化しつつある点も見逃すことのできないことである。

稲作生産の面に与えた影響としては次の点を指摘できよう。

保温折衷苗代の導入・多肥多収品種の採用可能・適期間の田植・能率的な代掻き・田植・除草作業等の労力の節減、それにともなう土用干し・病虫害防除等の周到な管理の可能・増収とその安定、すなわち、新技術の導入と相まった計画的稲作生産の実現、さらに、水田二毛作・畑作の集約化条件を作り出す等々生産力の解放に大きな役割を演じつつあることは注目しなければならないであろう。

しかし、それだからといって、そこになお問題を残していることも注目すべきであろう。第1は、末端水路は依然として旧堰を利用しての配水方法の矛盾であり、第2は、差等割りにみる経費負担の相連である。

第1の点については、具体的には次の矛盾をみることができる。

高水寺堰の旧水利慣行は、ダムの用水補給によって他堰の場合と同様にその制度は消失し、常時かんがいできる条件にかわった。ところが、従来支流と呼ばれていたほど大きなかんがい面積をもっているこの堰では、こうした番水慣行の急激な廃止は、用水利用について上下流に新たな問題を生み、さらに旧慣当時における上下流の地域対抗関係がその新たな問題の基礎となって解決を困難にしている。すなわち、上流ではダム用水の補給後各支堰にあった分水定規を廃止し、自由取り入れとなったが地形上排水が下流に還流することなく、鹿妻堰の西方地区にぬけるために、結果的には浪費のかんがい法となり計画補水量では下流にゆきわたっていない結果となっている。

さらに、下流地域では鹿妻堰土地改良区へも二重に加入しているところから、その加入条件の補水量は基準の2分の1となっているにもかかわらず、他の2分の1を補水すべき鹿妻堰からも、その末流という立地条件から用水を充分得られない条件が加わって、その用水不足をいまなお相当程度のものになっている。このため、下流地区では上流地区に対して新しく分水定規を設置するよう要望、また改良区に対しても下流に直結する連絡水路の設置あるいは補水量の増加を希望しているが、それらはいずれも拒否され、あるいはなお未解決となっている。

したがって、下流地域では依然として番水が続けられ稲作生産も旧態依然という農家が少くない。

また、新開田地区である南野原地区においては、30年に南野原配水調整組合を結成している。この組合の設立総会（8月10日）の議事録において「上流（ダム）からの水が多くくれば何も心配なく使用できるとともに末端迄も流れ、困ることもないからこのような組合の必要がない」と一部反対をとこなしている者もみられる。

以上の具体的諸問題の提起は、旧堰が利用され、その旧堰が従来の管理機構の下に管理されておるという結果によって生れたものであり、この限りにおいて水利事業は全水系の水利利用関係を根底から変革するものではなくまた水によって規制されている古い慣行農法を完全に撤去させるものではないことを示唆するものといえよう。

第2点の差等割りにみる経費負担割りというのは、旧来の水利上の既得権を前提とした補水量の程度によって耕地を格付けし（第11図参照）、それに応じて工事費を賦課するという方法である。すなわち、旧水利慣行の不平等性が差等割りという新しい負担形態に転嫁していることである。これは水利事業と旧水利慣行の妥協の所産



第11図 山王海普通水利組合地区における差等割基本採点図

- 備考 1. 同組合水利調査常任委員会資料(昭26)
2. 試案は15等級, 数字が多いほど単価は高い。

であるが、この妥協によらなければ水利事業を行なうことが困難であったという事実は、水利事業の水利慣行に与える役割には自ら限界があるという意味で注目しなければならないであろう。

なお、技術的問題として先に水田二毛作の前提条件を具備することができた点を大きく評価したが、ここでとくに注意しなければならないのは、水源がダムである場合には水の一元的支配がきわめて容易に行なえるという点である。

すなわち、ダムの完成はある場合には技術を統制する役割を果たすものとなる可能性をもつ。したがって用水の調節が誰の手によって行なわれるかはきわめて重要な問題であり、その民主的管理が従来より以上に大きな問題となる。

この点、土地改良区は新しい富農の手によって掌握されつつある。今後考えるべき問題が多い。

9. 要 約

用水を安定的に確保することは水田経営の存続発展のための前提条件であるが、現状は必ずしも満足な状態ではない。しかも用水不足の場合には、しばしば古来の水利慣行が介在してその関係を一層複雑にしている。それならば水利事業はこの関係に対して、どのような役割を果たすものであろうか。山王海農業水利事業(岩手県紫波郡)を例にとって、この問題を明らかにしようとした。

この事業の中心となった志和村は、相対的に小作地が

少く零細土地所有が支配的であった。その用水事情は激しい水論の繰返しに明らかなように、深刻な用水不足を特徴としていた。受益地区の中心水系である滝名川から取入れられる堰は大小25で、上流各堰は流水利用、下流各堰は伏流水利用という慣行がつけられてきた。また各堰の用水利用もほとんど番水慣行に支配されてきたがその内容も必ずしも合理的とはいえない。すなわち水利慣行に内包される諸矛盾はまず地域対抗関係の形であらわれる。このため水利慣行による統制がきびしい下流地域の稲作は、長期断続的な田植を前提とした慣行農法の固定・労働の多投・不安定かつ低い収量等をその特徴としていた。しかも同一堰内部でも稲作の生産力には上層ほど高いという階層差がみられる。これは早ばつに対処する対応技術を採用する経済力の差異とともに、上層農に有利な内容をもっている慣行自体に負うものであることが明らかにできた。換言するならば、水利慣行は「見互恵平等を基調とするような外形をもっているにもかかわらず、実は古い地主的支配関係を支える有力な支柱であった点を指摘できた。

これに対して山王海農業水利事業の完成は、水量・水路の両面から水利慣行の基盤を弱体化し、さらに地域対抗関係を大幅に緩和することによって、水利共同体内部のヒエラルキーをも弱体化させた。一方水利慣行の大幅な後退は、新技術の導入・労働の減少・増収・安定・地域差の縮小等を実現させ、また可能とした。これらの点に関する限り、農業水利事業は稲作生産力を高める上で大きな役割を果たしたものと見える。

しかしそこには、なお多くの問題が指摘できる。すなわち、耕地に直接連る水路は依然として旧堰であるし、その管理機構も旧来のままであるため配水上の矛盾は全面的に解消したとはいいがたく、また旧水利慣行上の不平等性が、工事費の差等割という新しい形で再編されている点も指摘できる。特に後者は水利事業の役割の限界をしめすものとして注目される。さらに水源が河川からダムに変わったことは新しい問題を提起する。すなわち、ダムは用水の一元的支配が容易であるだけにその運営いかんによっては、生産力を必ずしも全面的に解放するとは限らないという可能性をもっている。管理機構である土地改良区の民主的運営がのぞまれる。

終りに、本稿は紙数に限定があったため、資料を割愛して論述しなければならなかった。この点実証に欠ける処も少なくないので一言ことわっておきたい。

注

1. 農林省農地局, 耕地の拡張及び管理に関する統計。(昭25)
2. 喜多村俊夫, 日本灌漑水利慣行の史的研究及び宝月主牘, 中世灌漑史の研究, 参照。
3. 古島敏雄, 水利支配と農業・農村社会関係(農村問題講座第1巻所収)及び金沢夏樹, 稲作の経済構造, 参照。
4. 馬場昭, 半封建的農業構造と部落秩序(農村問題講座第3巻所収)及び渡辺洋三, 農業水利権の研究, 参照。
5. 佐藤正雄, 滝名川物語, 59.
6. 川本忠平, 北上川単作農村における冬期副業の分類, 東北研究, 1(4)
7. 岩手県, 岩手県農地改革史, 参照。
8. 菱沼達也, 代かき作業の研究, 農及園, 26(2)
9. 佐々木喬監修, 総合作物学, 食用作物編, 稲作の部, : 378.
10. 近藤康男, 日本農業経済論, : 277.
11. 岩手県気象対策連絡会, 岩手県気象月報, 昭33.6.
12. 渡辺信夫, 農業水利と旱害, 東北研究, 9(3)参照。
13. 大後美保, 旱害の研究, : 126.
14. 農林省統計調査部, 土地改良水稻増加生産量調査報告書, 昭28・29・30年度分参照。

Résumé

We have investigated to the transformation on the customary irrigation system and the influence in rice production coming from the irrigation improvement, in the districts of Sannōkai Land Improvement Association, Shiwa-mura, Iwate Prefecture, in Tōhoku region.

The results of our study are summarized as follows:

1. The greater part of paddy field in this district were supplied with the irrigation water from Takenagawa stream, and it was too less to supply sufficient water over all fields in replying to their demand. As a result of this, the struggles for the allocation system of water for each field among farmers happened frequently.

2. In this district the rice production remained in low productivity, because of the low efficiency with the farm operation like tilling work the rice transplanting work, the fertilizing and the weeding on paddy field.

3. Along the Takenagawa stream, 25 irrigation ditches were branched.

And the water supply for these ditches was more advantageous for the upper ditches than the cases of down.

4. In general, the upper class farmers had more advantageous conditions for farming than those of the lower classes, as the holding of efficient machines for their farm operation, the equipping of vertical pumps, and the possessing of the larger amount of compost.

Moreover, the upper classes had an advantage in the allocation of water to be irrigated for each field, for they were dominant in the rural community.

Therefore, we can consider that the fact of keeping advantage in using water as above for the upper classes against the lower ones, is one of the appearances of the nature for the customary irrigation system as well as the land-lord system.

5. The planning for the irrigation improvement which comprised the building of dam, main water way and of connection water ways, was formed in 1925 and had been carried out from 1945 to 1953.

6. The result of irrigation improvement brought the security of rice production, the introduction of developed farm techniques and the suitable planning of farm operation.

7. The customary system of water use, before the irrigation improvement, has been

turned in the free system of individual use.

And most elements disturbing the proper cultivation of rice in the customary irrigation system, like the disfreedom on timely irrigation, coming from the regular circular allocation system of water, "Bansui", have almost all vanished.

8. Thus the transformations on the irrigation system and on the method of rice cultivation, brought by the irrigation improvement, are not a few.

But even now, the considerable following problems are remained undecidedly.

1) There remains the unbalance of obeidance of cost of irrigation improvement between ditches from the upper and down streams.

2) In a few ditches from the down stream, it is necessary even now for them to carry on the "Bansui" because of the unsufficient supply of water.

These matters are owing to the self contradiction in the remains of old relationship existed in the customary irrigation system in part.

昭和34年10月5日印刷

昭和34年10月10日発行

編集兼発行者

東北農業試験場

盛岡市下厨川

印刷所

株式会社 杜陵印刷

盛岡市松尾前57

TEL. 5260~3

